

Métodos Subjetivos de Refracción

Objetivos Específicos del Tema

Al finalizar el tema el alumno será capaz de:

1. Identificar cuando la pérdida de AV puede ser consecuencia de un error de refracción utilizando el agujero estenopeico.
2. Diferenciar entre refracción subjetiva y refracción objetiva.
3. Identificar cuando o en qué tipo de pacientes esta más indicado utilizar la gafa de pruebas o el foróptero para realizar la refracción. Describiendo sus principales características.
4. Describir, paso a paso, el procedimiento necesario para realizar la refracción en un sujeto que presente un defecto de refracción, ya sea miopía, hipermetropía, astigmatismo, presbicia o sus combinaciones posibles, utilizando las siguientes pruebas:
 - 4.1. Subjetivo monocular de lejos.
 - 4.2. Test duocromo.
 - 4.3. Método de Donders.
 - 4.4. Test horario.
 - 4.5. Test de los cilindros cruzados de Jackson.
 - 4.6. Refracción Meridional.
 - 4.7. Subjetivo binocular de lejos.
 - 4.8. Equilibrio biocular.
 - 4.9. Subjetivo monocular de cerca (cilindros cruzados o método de tanteo).
 - 4.10. Subjetivo binocular de cerca (cilindros cruzados o método de tanteo).
5. Decidir, en función de los resultados de la refracción, si está indicado prescribir o modificar la refracción previa del paciente, ya sea este emétrope, miope, hipermétrope, astígmata o présbita. Sin tener en cuenta el estado sensorial y la visión binocular del paciente (será objeto del próximo curso académico).

Introducción

La **refracción** puede definirse como el proceso por el cual se consigue conjugar la retina con el infinito óptico con ayuda de lentes colocadas delante del ojo.

Como **refracción subjetiva** se entiende la técnica que consiste en comparar la AV que provoca una lente respecto a otra, usando como criterio los cambios en la visión que producen. Su objetivo es alcanzar la combinación de lentes que proporcionan la máxima AV. Como el resultado final depende de la respuesta subjetiva del paciente, es posible que no se corresponda con el valor refractivo real del ojo.

Para un determinado paciente es posible encontrar 200.000 combinaciones esferocilíndricas posibles, es obligación del optometrista definir cual es la más adecuada en función de la calidad de visión (AV) y del rendimiento visual que proporcionan al paciente (equilibrio binocular y acomodativo).

Para definir la refracción está indicado realizar una serie de técnicas entre las que destacan; la refracción objetiva, el subjetivo monocular, el subjetivo binocular, el balance acomodativo (equilibrio biocular) y un fogging. En los pacientes que no presenten visión binocular (estrabismos, ambliopía, supresiones) la refracción subjetiva puede ser suficiente.

La primera etapa de la refracción subjetiva depende del nivel de visión obtenido por el paciente al medir la AV. Es necesario anotar la AV sin corrección de cada ojo, ocluir uno de ellos y realizar la refracción monocular en condiciones de iluminación normal para mantener las condiciones más similares al uso de la corrección. Excepcionalmente se puede realizar la refracción en penumbra u oscuridad cuando las gafas se vayan a usar en esas condiciones tan concretas.

Se acepta iniciar la refracción subjetiva con el resultado de la retinoscopía (o del autorrefractómetro o la graduación de las gafas del paciente) aunque en el caso de no dominar esta técnica puede estar indicado empezar la refracción, bien desde cero o solo con el componente esférico encontrado en retinoscopía. De esta manera se reduce el tiempo necesario para realizar la refracción y se evitan errores.

Disminución de la Visión. Prueba del Agujero Estenoico.

Ante un paciente con AV disminuida el agujero estenoico aumenta la profundidad de foco y disminuye la borrosidad de la imagen retiniana, de esta manera si no existe alteración orgánica de las estructuras oculares (medios oculares, retina y vías visuales) la AV tiene que incrementarse con su uso.

Su uso está indicado cuando la AV sin corrección, o también llamada espontánea, del paciente es menor de 0.6, aunque existen diferentes criterios según los autores.

En el caso de un paciente con baja AV sin corrección (< 0.1) se puede asumir que si la AV mejora con el uso del agujero estenoico el defecto refractivo puede ser menor de 7.00DP mientras que si no mejora con estenoico la ametropía será mayor de

5.00DP o presentará algún tipo de patología asociada. Durante la refracción se tiene que alcanzar e incluso superar la AV obtenida con el estenopeico.

Si un paciente presenta una AVsc de 0.2 y con el agujero estenopeico alcanza una AV de 0.8 (AVE) con la refracción se tendrá que alcanzar una AV igual o superior a 0.8 de lo contrario se habrá cometido algún error en la refracción.

El valor de las lentes a usar en el proceso de la refracción va a depender de la AV y sensibilidad del paciente, así en AV muy reducidas cambios de 0.50 DP pueden no ser apreciados por el paciente, estando indicado incrementar la potencia de las lentes a 1.00, 2.00 o incluso 3.00 DP para poder iniciar la refracción. A medida que la lente se aproxima a la refracción del paciente puede ser necesario disminuir la potencia de las lentes, para afinar el resultado final.

Guía General Para la Prescripción de Gafas

Pueden definirse una serie de “normas” a tener en cuenta a la hora de realizar la prescripción óptica, ya sea por primera vez o cuando el defecto refractivo del paciente se haya modificado. Estas pueden resumirse en:

- No prescribir cambios pequeños, menores de 0.25DP.
- Especificar la distancia al vértice en potencias mayores de 5.00DP.
- Procurar evitar cambios en el eje del cilindro superiores a 10°. Si el cambio es necesario, probar previamente la nueva prescripción en la gafa de pruebas durante 20-30 minutos para valorar la respuesta del paciente.
- En el caso de refracciones dudosas probar SIEMPRE la nueva prescripción en la gafa de pruebas para valorar la respuesta del paciente. También es necesario cuando existan cambios importantes de refracción.
- Comprobar la receta, son muy frecuentes los errores al transcribir los datos al papel.
- El uso de colirios ciclopléjicos para paralizar la acomodación son especialmente útiles al realizar la refracción sobre todo en niños y pacientes jóvenes.

Respecto a la **miopía** hay que tener presente que:

- En pacientes miopes hay que prevenir la hipercorrección, al acomodar el paciente puede afirmar que las letras se ven más negras y pequeñas.
- En pacientes miopes mayores de 40 años hay que comprobar que la prescripción de lejos no produce síntomas de presbicia. Verificar que pueden leer confortablemente.

Respecto a la **hipermetropía** hay que tener presente que:

- En niños hipermétropes mayores de 3.00DP; niños con anisometropía mayor de 1.00DP especialmente si causa disminución de AV, niños con presencia de estrabismos convergentes (endotropías) y en los casos que se mejore la AV con la corrección, prescribir SIEMPRE gafas. En algunos casos el objetivo de la refracción no es conseguir una buena calidad de

visión, sino que lo que se pretende es restablecer el equilibrio sensorio-motor, en este caso se habla de **refracción terapéutica**, un ejemplo puede ser la refracción en un estrabismo convergente acomodativo, en el que se compensa la totalidad de la hipermetropía para corregir el estrabismo.

- En hipermétropes adultos esta indicado valorar la prescripción de lentes, la AV sin corrección de lentes, la AV corregida y la comodidad en visión próxima.

Respecto al **astigmatismo** hay que tener presente que:

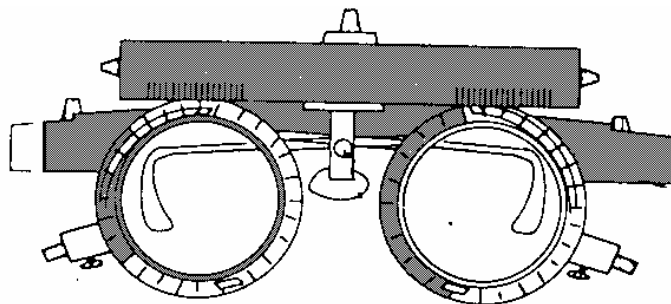
- En niños menores de 4 años con astigmatismos superiores a 1.00DP las gafas están indicadas (efecto terapéutico).
- Cambios en el astigmatismo o, su prescripción por primera vez, pueden causar visión distorsionada y problemas al calcular las distancias. En pacientes adultos estas variaciones pueden impedir el normal uso de las gafas.
- Avisar al paciente que para adaptarse a la nueva refracción puede necesitar cierto periodo de tiempo, esto también puede ser necesario con cambios grandes en el valor esférico.

Respecto a la **presbicia** hay que tener presente que:

- En pacientes presbítas raramente están justificadas adiciones menores de 0.75DP.
- Que el uso de ciertos fármacos (barbitúricos, antidepresivos tricíclicos, antihistamínicos y descongestionantes) pueden incrementar los síntomas de la presbicia.
- Pacientes miopes menores de 3.00DP al quitarse sus gafas pueden leer sin problemas por lo que es necesario conocer sus hábitos de lectura y distancia antes de prescribir un bi o multifocal.

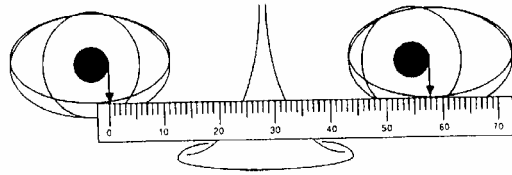
Consideraciones Ópticas

Ángulo Pantoscópico: Las gafas presentan una inclinación entre el plano del cristal corrector y el plano de mirada de entre 5° y 10° . Este ángulo garantiza el ajuste de la rotación del ojo sobre el eje óptico de la lente con el fin de evitar problemas en la adaptación como pueden ser los efectos de los astigmatismos oblicuos.



Representación esquemática de la gafa de pruebas

Distancia Interpupilar (D.I.P.): En el 90% de los adultos la DIP oscila entre 60 y 68mm. Normalmente la nariz esta equidistante de ambas pupilas pero pueden existir asimetrías que tienen que ser valoradas al montar la gafa, especialmente en ametropías elevadas. Descentramientos en lentes superiores a 4.00DP pueden provocar efectos prismáticos que afecten a la visión binocular del paciente (*Ley del prentice*).



Medida de la D.I.P.

Introducción al Foróptero

El foróptero es un complejo diseño de portalentes que permite agilizar el proceso de refracción y realizar el estudio de la visión binocular. Todos los procesos que se realizan con un foróptero pueden realizarse con una gafa de pruebas y los accesorios adecuados.

En el caso de niños pequeños o personas deficientes el foróptero no estará indicado ya que no permite ver la cara del paciente, impidiendo la detección de las “trampas” (guiñar los ojos o mirar por los dos ojos a la vez) que pueda hacer el paciente para falsear la exploración.

Puede presentar el inconveniente de inducir más acomodación instrumental o próximal que la gafa de pruebas. Sin embargo presenta las ventajas de permitir una refracción más rápida y cómoda, tanto al verificar el componente esférico o cilíndrico (eje y potencia) y permitir la realización del estudio de la visión binocular (medida de forias y capacidad de convergencia y divergencia).

En general constan de las siguientes partes:

1. Control de lentes.

Consta de tres grupos de lentes, uno para lentes esféricas, otro para lentes plano-cilíndricas y un último mando con lentes auxiliares.

- **Control de Lentes Esféricas:** Está formado por dos ruedas de lentes esféricas (una para cada ojo) que pueden ir desde las $\pm 20:00$ ó $\pm 30:00$ DP en pasos de 0.25DP. Generalmente consta de dos sistemas de paso de las lentes, uno que permite pasar lentes de 0.25DP en 0.25DP y otro que permite hacerlo en pasos de 3.00 DP. Las lentes negativas suelen representarse en color rojo y las positivas en negro o blanco.
- **Control del Cilindro:** El foróptero consta de dos ruedas de lentes plano-cilíndricas (una para cada ojo) en las que puede modificarse tanto su valor dióptrico como la orientación del eje en 360° . El rango de poder dióptrico es muy variable de un modelo a otro siendo recomendable que alcance un mínimo de 6.00DP en pasos de 0.25DP. En los forópteros europeos es frecuente

encontrar cilindros negativos pero en EEUU también existen con cilindros positivos.

- Mando de lentes auxiliares: Cada apertura por la que el paciente mantendrá su mirada dispone de un panel de lentes y accesorios que permiten diferentes posiciones. Las más frecuentes de encontrar son la apertura o abierto (**O**pen), cerrado u ocluido (**O**cluido o **B**lank), la lente de retinoscopía de +1.50 o +2.00DP (**R**), los cilindros cruzados de ± 0.50 DP también llamados de Jackson (**$\pm .50$**), un agujero estenopeico (**P**H pin hole), un filtro rojo (**RL** Red Lens) y uno verde (**GL** Green Lens) normalmente el rojo viene en la apertura derecha y el verde en la izquierda, una varilla de Maddox vertical (**RMV** en el caso de varillas rojas y **WMV** si son blancas) en un ojo y horizontal en el otro (**RMH** varillas rojas y **WMH** si son blancas), un filtro polarizado (**P**) y prismas verticales y horizontales (**6-10V**).

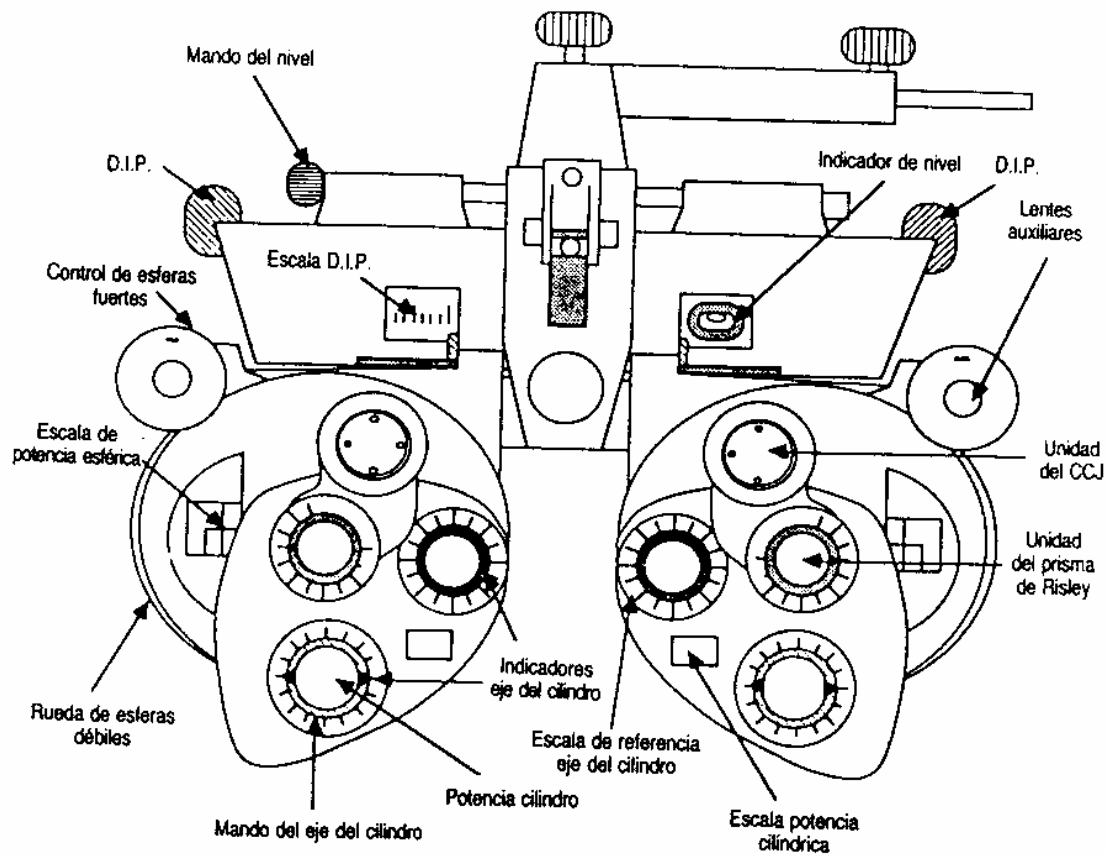


Diagrama esquemático de un foróptero

2. Unidades Auxiliares.

El foróptero dispone de dos o tres unidades auxiliares que pueden ser presentadas delante del ojo cuando sea necesario.

- Unidad de Cilindros Cruzados de Jackson (CC) (ver más adelante). El cilindro negativo está marcado con un punto rojo mientras que el positivo lo está con un

punto blanco. Es conveniente que estén sincronizadas con el control del eje del cilindro. Se utiliza para verificar el eje y la potencia cilíndrica.

- Unidad de Diasporámetro o Prisma rotatorio de Risley. Este sistema permite introducir prismas en potencia y orientación variable según las necesidades del test o prueba que se está realizando. Son útiles en la medida cuantitativa de las forias (método Von Graefe) y de las capacidades de convergencia y divergencia del paciente.
- Varilla de Maddox. Esta opción esta presenta cuando éstas no aparecen en el mando de lentes auxiliares. Las varillas de Maddox son unas lentes especiales formadas por pequeños cilindros con la particularidad de que la imagen que forman de un punto luminoso es una recta. Son útiles para el estudio y clasificación de las forias.

3. Mandos de Ajuste.

El foróptero contiene diferentes mandos para permitir una posición adecuada del paciente durante la exploración. Con ellos se puede ajustar la distancia interpupilar (DIP), la inclinación del instrumento, el control de la distancia al vértice, la inclinación pantoscópica y la convergencia de los ejes visuales.

Al usar el foróptero el paciente se sitúa aproximadamente a 16mm de las lentes en lugar de los 12mm aceptados en el uso de la gafa de prueba, esta diferencia de distancia al vértice hace conveniente probar la refracción final en la gafa de pruebas para verificar el resultado refractivo. Esta maniobra se hace especialmente interesante en ametropías elevadas superiores a 4.00DP, también existen tablas de distometría para realizar estos cálculos.

Subjetivo Monocular de Lejos

Se acepta que previamente a la realización de cualquier método de refracción monocular el paciente tiene que estar situado correcta y cómodamente, ya sea con la gafa de pruebas o con el foróptero. Una norma interesante para evitar errores puede ser empezar la refracción siempre por el mismo ojo, tradicionalmente se recomienda empezar por el ojo derecho, ocluyendo el izquierdo.

El objetivo de la refracción subjetiva es conseguir la combinación de lentes esférico-cilíndricas más positivas (o menos negativa) que proporcionen la máxima AV y comodidad del paciente.

Procedimiento:

- 1 Punto de partida. Colocar el resultado de la retinoscopía (autorrefractómetro o graduación anterior) en el foróptero o gafa de pruebas. Se puede partir del valor esférico de la retinoscopía (retirando el valor cilíndrico) o sin ninguna lente.

Introducir lentes esféricas positivas en hipermétropes y negativas en miopes en pasos de 0.25DP si se usa el foróptero y de 0.50DP si se usa la gafa de pruebas. En este último caso son especialmente útiles las esferas de torsión de Freeman que consisten en dos esferas de ± 0.25 ó ± 0.50 DP.

- 2 Control de la Acomodación. Para evitar estimular la acomodación, está indicado incrementar el valor esférico en +0.75 o +1.00 DP (fogging) al iniciar la refracción, especialmente si se empieza con el valor de la refracción objetiva.
- 3 Corrección Esférica. Se puede realizar de diferentes maneras, una de las más utilizadas al utilizar la gafa de prueba es el método de las esferas de torsión de Freeman. Que consiste en mostrar una esfera positiva, dejar pasar unos segundos (2"-3"), girar la lente y mostrar la esfera negativa, de la misma potencia, preguntando al paciente en que posición ve mejor o más nítido. Según vea mejor en positivos o negativos se aumentara el valor esférico, en esa dirección. Si no se disponen de las esferas de Freeman se puede realizar este paso cómoda y rápidamente sujetando ambas lentes de la caja de pruebas en una mano y colocándolas en el eje de mirada sin acoplarlas a la gafa de pruebas. Al usar foróptero esta indicado utilizar el método de Donders o incrementar la potencia esférica en pasos de 0.25 o 0.50 DP preguntando, en cada cambio, si mejora la AV.
- 4 Corrección Cilíndrica. El ideal es aumentar la potencia esférica hasta alcanzar la AV 1.0. Si no se consigue o se sospecha la presencia de astigmatismo realizar el test del círculo horario. Una maniobra interesante es proyectar el test del círculo horario al alcanzar la AV de 0.5 o 0.6 para detectar la presencia del componente cilíndrico. En caso de que exista identificar su orientación (regla del 30) y su potencia (lente con la que el paciente vea todas las líneas aproximadamente igual de negras). Después esta indicado verificar el eje y la potencia con el Cilindro Cruzado Jackson. La refracción meridional puede estar especialmente indicada en bajas agudezas visuales.

Aunque se alcance una AV 1.0 también puede ser necesario realizar el Test del Círculo Horario para verificar la existencia de un astigmatismo no corregido y estar enfocando sobre retina el círculo de menor difusión del Conoide de Sturm esto se conoce con el nombre de *Equivalente Esférico*.

El **Equivalente Esférico** (EE) es la refracción esférica que conjuga la retina con el círculo de menor difusión del Conoide de Sturm. Se calcula sumando algebraicamente la mitad del cilindro a la esfera.

Por ejemplo: $-5.50 \text{ Esf} -2.00 \text{ Cil } 90^\circ$ su Equivalente Esférico es -6.50 Esf .

$+3.75 \text{ Esf} -2.00 \text{ Cil } 75^\circ$ su Equivalente Esférico es $+2.75 \text{ Esf}$.

La mayoría de los autores coinciden en destacar que el objetivo del subjetivo monocular es corregir el astigmatismo con la lente cilíndrica de menor potencia.

- 5 Equalización Esférica. Esta maniobra se realiza para evitar la acomodación. Se realiza con las técnicas del balance biocular. También es útil el test bicromático o Rojo-verde.
- 6 Subjetivo Binocular. La refracción concluye con el subjetivo binocular que va a proporcionar la lente más positiva (menos negativa) que proporciona la máxima AV en condiciones binoculares.

Test Duocromo o Rojo-Verde

El propósito de este test es determinar la potencia esférica que corrige la ametropía del paciente. El filtro rojo-verde consiste en un filtro se proyecta sobre la pantalla de los optotipos, dividiéndola, en sentido vertical, en dos mitades, una roja y la otra verde. Este filtro permite proyectar distintas líneas de AV simultáneamente.

Puede utilizarse con diferentes fines, como prueba inicial para diferenciar entre un paciente miope y un hipermetrope, para afinar o ajustar la potencia esférica después del subjetivo monocular y para igualar el estímulo de acomodación entre ambos ojos.

1. Test Duocromo Como Prueba Inicial.

Procedimiento:

- 1 Colocar el filtro rojo verde sobre el optotipo de mejor AV.
- 2 Pedir al paciente que mire al lado verde y luego al rojo e indique que letras aparecen más nítidas o si ambos lados se ven con la misma nitidez.
- 3 En el caso de ver mejor las letras en el lado rojo el paciente será miope. Introducir lentes negativas en pasos de 0.25DP hasta que el paciente aprecie ambos lados con la misma nitidez. A cada nueva lente es necesario preguntar si ambos lados se han igualado.
- 4 En el caso de ver mejor el lado verde el paciente será hipermetrope estando indicado introducir lentes positivas, hasta alcanzar AV unidad.
- 5 Se habrá conseguido la refracción cuando el paciente vea igual de nítidas las letras de ambos lados del test.

6 Ocluir el ojo derecho, abrir el izquierdo y repetir los pasos 1-5.

Esta prueba es útil en pacientes con anomalías de la visión del color ya que se basa en el principio de la aberración cromática del ojo. No es una prueba que permita corregir el astigmatismo.

Algunos pacientes no responden a este test por ver siempre más nítido uno de los lados independientemente de las lentes que se pongan, si esto ocurre se recurrirá a otras pruebas subjetivas.

2. Test Duocromo para Ajustar la Refracción.

- 1 Una vez obtenida la refracción subjetiva se proyecta el test rojo-verde sobre la línea de máxima AV.
- 2 Seguir la metodología del punto 1 al 5 en el procedimiento como Prueba Inicial.

3. Test Duocromo para Igualar el Estímulo de Acomodación.

- 1 Realizar este test si al terminar la refracción ambos ojos tienen distinta AV o existe alguna razón para creer que la acomodación es diferente entre ambos ojos.
- 2 Destapar ambos ojos.
- 3 Proyectar el test rojo-verde sobre la máxima línea de AV vista por el peor ojo.
- 4 Colocar un prisma vertical de 3-4 Δ base superior en un ojo (derecho) y otro de igual potencia pero base inferior en el otro ojo. El objetivo es producir diplopia.
- 5 Pedir al paciente que mire a la línea de abajo e indique si ambos lados, el rojo y el verde, se ven igual de nítidos.
- 6 Si las letras del lado rojo aparecen más nítidas añadir lentes negativas y si es el lado verde añadir positivos en pasos de 0.25 DP al valor de la esfera en el ojo explorado (derecho abajo, izquierdo arriba).
- 7 Pedir que fije en las letras de arriba y repetir los pasos del 5 al 6.
- 8 Repetir los pasos 5-7 hasta igualar al máximo las agudezas visuales de ambos ojos.

Método de Donders

El propósito de este test es determinar la potencia esférica que corrige la ametropía del paciente. Básicamente consiste en ir introduciendo lentes esféricas hasta alcanzar la máxima AV del paciente.

Procedimiento:

- 1 En el caso de un miope, introducir lentes negativas en pasos de 0.25DP o 0.50DP hasta alcanzar AV unidad. Si el paciente fuera hipermetrope introducir lentes positivas.

- 2 Destapar el ojo izquierdo, ocluir el derecho y repetir el proceso.

Una variante de este método, más útil por impedir la acomodación del paciente consiste en la realización de la prueba denominada FOGGING o neblina. Existen diferentes modificaciones de esta técnica en función de los autores, pero la técnica clásica consiste básicamente en los siguientes pasos:

- 1 Miopizar al paciente colocando una lente positiva de +3.00 o +4.00 DP de manera que provoque una AV de 0.1 o menor.
- 2 Proyectar un optotipo de baja AV (0.05 o 0.1).
- 3 Disminuir progresivamente la potencia de la lente positiva, en función del aumento de la AV del paciente, hasta que el paciente alcance la AV necesaria para realizar la discriminación astigmática (Test horario), en el rango de 0.5 a 0.6 en la escala de Snellen.
- 4 Neutralizar el componente cilíndrico de la refracción.
- 5 Continuar modificando la potencia esférica hasta alcanzar la AV de unidad.
- 6 Repetir con el otro ojo.

Al colocar un +3.00DP el paciente tiene que presentar una AV de 0.1. Disminuir la potencia hasta +2.50DP entonces el paciente ve 0.2, al llegar a +2.00DP la AV es de 0.4, así sucesivamente hasta que con un +0.50 se alcance AV 1.0. Por tanto, el resultado del Fogging es de +0.50 Esf.

Si, por el contrario fuera un paciente miope de -5.50 DP, al colocar la lente de +3.00 la potencia total sería de -2.50 DP. Se incrementaría la potencia en pasos de -0.25 DP hasta que el paciente alcanzara la AV 1.0.

Se puede aceptar que la graduación con la técnica del fogging determina el estado refractivo en condiciones fisiológicas proporcionando una refracción dentro de los límites tolerables por la mayoría de los pacientes.

Es necesario aclarar que el fogging no puede sustituir a la refracción ciclopléjica en el caso de niños o hipermétropes jóvenes. Existen trabajos que relacionan la refracción con ciclopléjico y el fogging pudiéndose concluir que la refracción ciclopléjica proporciona un resultado más positivo en personas jóvenes, que en miopes puede ser frecuente encontrar refracciones más negativas como consecuencia de la aberración esférica del ojo al presentar la pupila dilatada y que la diferencia clínica es mínima (Borish 1970).

Test Horario

El propósito de esta prueba es determinar subjetivamente la presencia de componente astigmático y calcular la lente cilíndrica que lo corrija, tanto en potencia como en eje u orientación. Este test se realiza cuando no se ha conseguido la AV unidad con esferas o cuando se sospecha la existencia de componente cilíndrico (aparición de cilindro en queratometría, retinoscopía o autorrefractómetro).

Paradoja astigmática. En un paciente con astigmatismo directo el cilindro necesario para corregirlo cuando es de signo negativo su eje tiene que situarse a 180° y las focales principales se situarán de la siguiente manera:

- El meridiano horizontal (menos potente) se situará en la retina, y su imagen será una recta vertical.
- Por su parte el meridiano vertical (más potente) se situará por delante de la retina y su imagen se corresponde con una línea horizontal.

Esta paradoja, la imagen del meridiano vertical es una línea horizontal y viceversa, se conoce como paradoja astigmática. Por ejemplo, cuando el paciente ve más nítida la línea del 3 y 9 el eje se sitúa a 90° y cuando ve el meridiano de las 12 y las 6 el eje se situará a 180° .

Procedimiento:

- Realizar este test al alcanzar la AV 0.5 con esferas (ya sea con el método Duocromo, Donders o Fogging).
- Proyectar en la pantalla de optotipos el test horario.
- Preguntar al paciente si observa todas las líneas iguales o si por el contrario algunas aparecen más negras, oscuras o nítidas. En caso negativo (ver todas las líneas iguales) el paciente no tiene astigmatismo o el cilindro que tiene en la gafa de pruebas o foróptero lo compensa completa y correctamente. En este caso el test ha finalizado. Repetir en el otro ojo.
- En caso positivo (que existan unas líneas más negras que otras) pedir que indique los números con las que se corresponden. Si no puede distinguir los números es útil comparar el test con un reloj y pedir al paciente que indique las líneas como si se trataran de las manecillas del reloj.
- Si un grupo de líneas aparecen más oscuras para calcular el eje del cilindro negativo esta indicado aplicar la **regla del 30** que consiste en coger el menor de los números de la línea que el paciente ve más nítida y multiplicarlo por 30. Por ejemplo, si el paciente ve más nítida le línea del 2 al 8 el eje del cilindro se situaría a 60° porque $2 \times 30 = 60^\circ$. Si el paciente ve mejor entre dos líneas se toma un valor intermedio, por ejemplo entre las líneas de 1 y 7; y 2 y 8 el eje se situaría a 45° ($1.5 \times 30 = 45^\circ$).

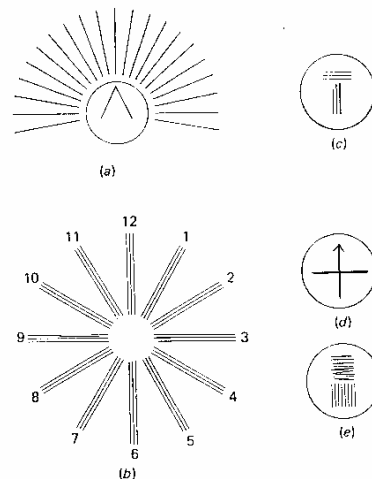


Diagrama del test horario

- Una vez definido el eje se añaden cilindros negativos en pasos de 0.25DP hasta que el paciente indique que todas las líneas se ven igual de nítidas.
- Después de esta prueba es necesario verificar la esfera, estimándose que por cada -0.50DP de cilindro se tiene que añadir +0.25DP a la esfera.

- 8 Una vez conseguida la igualdad entre todas las líneas suele ser necesario continuar con el método de Donders u otro, hasta alcanzar AV unidad.
- 9 Repetir en el otro ojo.

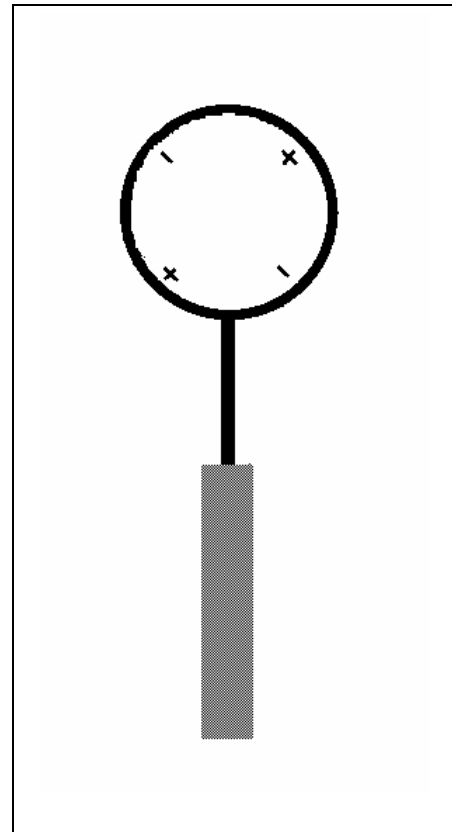
Test de los Cilindros Cruzados de Jackson

El propósito de este test es determinar la presencia de pequeños astigmatismos y verificar tanto el eje como la potencia del cilindro que los corrige.

El cilindro cruzado de Jackson (CCJ) consiste en una lente que tiene en uno de los meridianos principales una potencia negativa (0.25; 0.50; 1.00DP) e idéntica potencia pero positiva en el otro meridiano. Suelen disponer de unas marcas que serán rojas para el eje del cilindro negativo y blancas para el eje del cilindro positivo, también pueden llevar otra marca lineal para indicar el meridiano intermedio entre ambos.

Para su realización no es necesario que el paciente esté miopizado (lentes positivas).

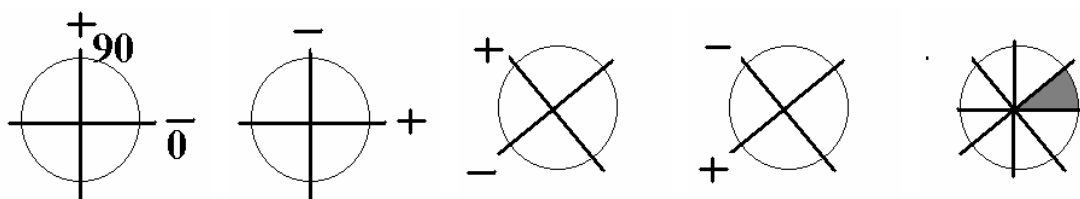
Su uso está indicado principalmente para precisar la magnitud y el eje del cilindro y no para detectar la presencia del astigmatismo, al existir otros procedimientos más rápidos para este fin.



Cilindro Cruzado de Jackson (CCJ)

Pero, si no se ha detectado la presencia de corrección cilíndrica y se quiere comprobar si existe (por ejemplo, cuando el test horario no ofrece un resultado concluyente) se pueden utilizar los CCJ para tal fin. Se empezaría colocando los CCJ a 90° y 180° girar (cilindro positivo a 90 y a 0) y preguntar en que posición ve mejor, y luego a 45° y 135°, girar y volver a preguntar. Entre las dos posiciones de mejor visión se situaría el eje del cilindro. El siguiente paso consistiría en colocar un cilindro, de 0.50 o 1.00 DP equidistante de las dos posiciones anteriormente detectadas y afinar el eje y potencia con el procedimiento estándar.

Es conveniente realizar esta prueba con un optotipo mayor que la última línea de AV vista por el paciente, aproximadamente 3 líneas de AV inferior (si el paciente veía 0.8 utilizar 0.5) ya que los CC van a emborronar un poco la visión. También existen tests específicos en los proyectores para su realización.



Posición 1: Posición 2: Posición 3: Posición 4: Cuadrante del eje.

Colocar el CC a 0° y 90° y girar a posición 2. Preguntar al paciente en que posición se ve mejor en la 1ª o en la 2ª. (Supongamos que el paciente prefiere la posición 1ª). Girar 45° el CC. Preguntar en que posición ve mejor si en la 3ª o en la 4ª. (El paciente elige la posición 3ª). El cuadrante donde se situaría el eje del cilindro (con eje negativo) para corregir el astigmatismo se situaría entre la posición 2ª y la 4ª. Marcado en gris.

En primer lugar se tiene que verificar el eje para posteriormente verificar la potencia del cilindro corrector, una vez realizado el test es necesario reajustar el valor de la esfera si es necesario.

Verificación del eje

Procedimiento:

- 1 Localizar el eje del cilindro con el que el paciente obtiene la mejor AV (Retinoscopía, test horario).
- 2 Colocar el CC a 45° del eje propuesto, o que es lo mismo, con el mango del cilindro paralelo al cilindro de la gafa de pruebas o foróptero.
- 3 Girar el CC 180° y preguntar al paciente en que posición ve mejor.
- 4 En la posición de mejor visión, girar el eje del cilindro corrector (gafa de pruebas o foróptero) hacia el eje del CC con el mismo signo, por ejemplo, si el cilindro es negativo se moverá su eje en dirección hacia la marca roja y viceversa.
- 5 Cuanto más potente sea el cilindro, menor será la necesidad de girar el eje. Mover 5° si se trata de cilindros superiores a 1.00DP y 10° en cilindros menores.
- 6 Repetir los pasos 2 y 3 hasta que el paciente manifieste la misma visión en las dos posiciones. Esto significa que los meridianos del CCJ se sitúan equidistantes del cilindro corrector del astigmatismo y por tanto producen la misma borrosidad.

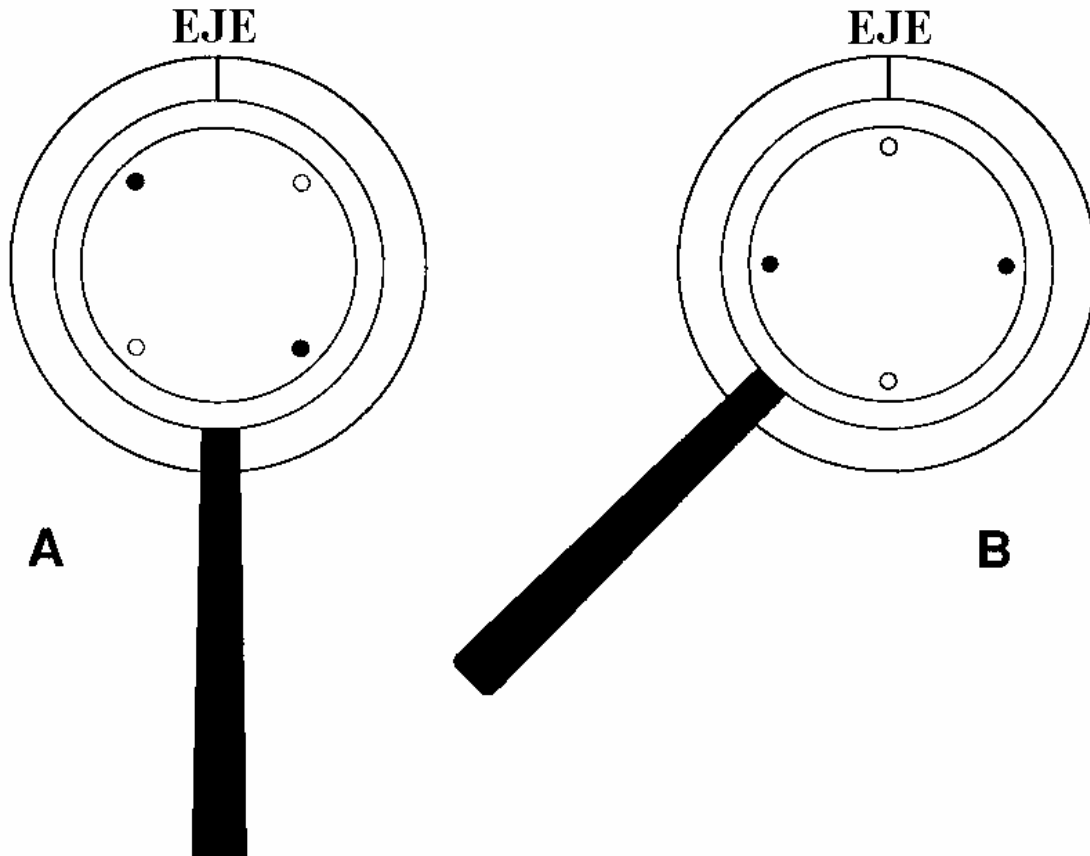
Verificación de la potencia

Procedimiento:

- 1 Una vez verificada la posición del eje, girar el CC de manera que coincida uno de los meridianos principales con el eje del cilindro corrector.
- 2 Girar 180° y preguntar en que posición ve mejor.
- 3 Si ve mejor en la posición del CC negativo (punto rojo) es necesario añadir más potencia negativa (o disminuir positivos). Si por el contrario el paciente

prefiere la posición del cilindro positivo es necesario disminuir negativos o añadir positivos.

- 4 El fin de la prueba es que el paciente verá igual de nítido (o borroso) en ambas posiciones.
- 5 Repetir en el otro ojo, en primer lugar la verificación del eje y después de la potencia.



A: Verificación del eje del cilindro

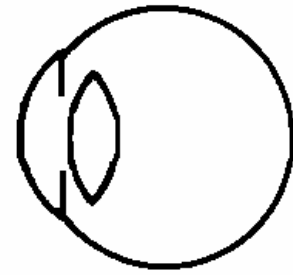
B: Verificación de la potencia del cilindro

Al igual que en el caso del test horario por cada 0.50DP de cilindro estaría indicado modificar, al menos teóricamente, el esférico en 0.25DP en la dirección opuesta, es decir, si el cilindro aumenta en -0.50 DP a la esfera se la añadirían $+0.25$ DP.

Ejemplo:

Suponer un paciente que presenta el mismo astigmatismo corneal que refractivo. Su queratometría arroja un valor de $8.00 * 7.50$ a 50° . Por tanto su astigmatismo es de 2.50 DP. Se ha compensado con esferas hasta alcanzar una AV de 0.5. El paciente no responde adecuadamente al test horario (aunque quizá prefiera en meridiano entre las 1-7, pero no es un resultado fiable pero parecen igualarse algo con un cilindro de -1.75 a 30°) y la retinoscopía no arroja un resultado concluyente. Se introducen esferas hasta alcanzar la máxima AV, que se consigue mejorar con el uso del agujero estenoico,

por tanto se puede sospechar la presencia de cierto componente astigmático en la refracción.



1. Situación de las focales principales.
2. Se coloca el cilindro de -1.75 a 30° . Este cilindro recibe el nombre de *cilindro de trabajo*.
3. Se procede a verificar el eje de cilindro, según la metodología propuesta.
4. Se coloca el CC de manera que los cilindros queden a 45° de eje del cilindro de trabajo.
5. En la primera posición el cilindro positivo queda a -15° y el negativo a 75° .
6. Voltar, quedando a 75° el cilindro positivo y a -15° el negativo.
7. El paciente preferirá la primera posición.
8. Girar el eje 15° en la dirección del eje negativo (sentido contra-horario) de la posición de mejor AV colocando el Cilindro de Trabajo a 45° .

9. Se coloca el cilindro positivo a 90° y el negativo a 0° . Se voltea y el paciente prefiere la segunda posición.

10. Girar el eje del cilindro de trabajo hasta 60° . El CC quedará con el cilindro positivo a 15° y el negativo a 105° voltear y preguntar al paciente. Preferirá la segunda posición. Esto indica que nos habíamos pasado al girar el cilindro de trabajo.

11. Girar el Cilindro de trabajo hacia el cilindro negativo (sentido horario) de 5° en 5° . Suponemos que hemos llegado a la posición de 50° .

12. Con el Cilindro a 50° , el CC quedará con el cilindro positivo a 95° y el negativo a 5° voltear y preguntar al paciente. En este caso las dos posiciones deberán provocar la misma borrosidad..

13. El paciente verá igual en ambas posiciones lo que indica que el eje es el correcto.

14. Se procede a verificar la potencia. Para ello se coloca el mango del CC a 45° del eje propuesto, o lo que es lo mismo se sitúa un cilindro (el positivo o el negativo) paralelo al eje (50°) y el otro quedará perpendicular al mismo.

15. Se coloca el cilindro positivo a 160° y el negativo a 50° . Voltear, quedando el cilindro positivo a 50° y el negativo a 160° . El paciente prefiera la primera posición por lo se añadiría potencia en pasos de $-0.50DP$ y volteando el CC en cada cambio $^\circ$.

16. Cuando el Cilindro fde trabajo tenga - 2.50 DP al realizar la maniobra, el paciente deberá ver igual en ambas posiciones (misma distancia en el Conoide de Sturm) lo que indica que el cilindro está compensado en su totalidad.
17. Verificar la esfera. Por cada 0.50DP de cilindro puede ser necesario añadir 0.25DP de signo contrario a la esfera, en el ejemplo serán esferas positivas.

Refracción Meridional

Para realizar la refracción meridional es necesaria la Hendidura Estenoipeica, que consiste en una hendidura de aproximadamente 0.75mm de anchura y 15mm de altura. El efecto sobre el meridiano perpendicular a la hendidura es similar es similar al de un agujero estenoipeico. Se coloca la hendidura, se gira hasta detectar la posición en la que el paciente vea mejor, ésta coincide con el eje del cilindro negativo.

El procedimiento para realizar la refracción meridional es el siguiente:

1. Colocar la hendidura estenoipeica.
2. Girar hasta localizar la posición de máxima visión.
3. Miopizar con lentes positivas.
4. Disminuir la potencia de la lente hasta su máxima AV.
5. Girar 90° la hendidura estenoipeica.
6. Repetir los pasos 3 y 4 es esta posición.
7. Con las dos esferas obtenidas calcular la fórmula esfero-cilíndrica.
8. Repetir en el otro ojo.

La refracción con la hendidura estenoipeica puede ser útil cuando fracasan los métodos convencionales de refracción. Las principales causas de fracaso son ametropías intensas, respuestas confusas y astigmatismos irregulares.

En el caso de astigmatismos irregulares la fórmula esfero-cilíndrica se puede calcular a partir de los dos cilindros obtenidos, teniendo en cuenta su valor y eje. Long en 1974 advirtió que existe un número infinito de esfero-cilíndricos que producen cualquier combinación de cilindros, y sugirió que debería tomarse la que presentase el componente cilíndrico mínimo.

Una manera sencilla de calcular la fórmula esfero-cilíndrica es colocar los dos cilindros con su orientación correspondiente en el frontofocómetro.

Subjetivo Binocular

La finalidad de este test es obtener la fórmula más positiva con menor cantidad de cilindro y menos anisometropía que proporcione un AV suficiente. Para su realización es prácticamente imprescindible la utilización del foróptero.

Procedimiento:

1. Iluminación normal.
2. Se parte de la refracción obtenida en el subjetivo monocular.
3. El test se divide en cuatro maniobras:
 - Igualación de Esferas.
Siempre se intentará igualar hacia la más convexa o positiva, reduciendo el valor dióptrico en el ojo más miope o incrementando el menos hipermetrope.
 - Igualación de cilindros:
Se intenta igualar hacia el valor de cilindro más pequeño, hasta igualar el valor de ambos cilindros.
 - Reducción binocular de cilindros:
Se intenta reducir de forma simultanea el valor cilíndrico de ambos ojos.
 - Miopización o Fogging binocular:
Sobre el resultado de las tres maniobras anteriores se realiza un fogging binocular.
4. De las cuatro maniobras anteriores las dos primeras, igualar esferas y cilindros solo se pueden realizar cuando la diferencia de AV obtenida tras el subjetivo no excede en una décima. Las tres maniobras, igualar esferas, cilindros y reducción de cilindros se dejan de realizar cuando el paciente note disminución de visión o falta de comodidad.

Equilibrio Biocular

El propósito de esta prueba es igualar el estímulo de acomodación de ambos ojos, relajándola al máximo. En muchos pacientes esta prueba sirve para igualar la AV de ambos ojos.

Esta prueba está indicada si durante la refracción monocular se ha alcanzado la misma AV con ambos ojos. En el caso de que la AV sea distinta pero existan razones para creer que la acomodación es distinta entre ambos ojos está indicado realizar el test duocromo con prismas disociados.

Existen diferentes métodos para realizar el equilibrio biocular, todos se basan en presentar dos imágenes, una a cada ojo y que el paciente compare la nitidez entre

ambas. El más sencillo consiste en ocluir alternativamente los ojos de paciente preguntando cuál ve mejor, introduciendo positivos en el ojo de mejor AV. El resto de los métodos utilizan prismas, filtros rojos verdes o polarizados para su realización.

Procedimiento:

1. Asegurarse que ambos ojos están destapados.
2. Algunos autores recomiendan emborronar ligeramente ambos ojos con un +0.75DP o superior hasta que la AV sea de 0.8.
3. Colocar un prisma de 3-4^Δ base superior en el ojo derecho. De esta manera en paciente vera dos líneas de optotipos, la superior con el ojo izquierdo mientras que la inferior será vista por el ojo derecho. También está indicado colocar un prisma en cada ojo, de esta manera la borrosidad que provoca el prisma es igual en los dos ojos y no afecta al resultado de la prueba.
4. Informar al paciente que va a ver dos líneas de letras mas o menos borrosas.
5. Pedir al paciente que se fije en ambas líneas de letras e indique cuál se ve con más nitidez.
6. Añadir +0.25 DP esféricas en el ojo que vea con mayor nitidez.
7. Repetir los pasos 5-6 hasta igualar las AV de ambos ojos. En todos los pasos las letras deben ser legibles en todo momento, si el ojo de peor visión no puede leer las letras es necesario introducir esferas negativas de 0.25 en 0.25DP hasta que puede leerla.
8. Cuando se consiga la igualdad de visión con ambos ojos quitar el prisma. Es frecuente encontrar que el ojo dominante tenga una mejor visión aún después de realizar el equilibrio bi-ocular. Si se opto por miopizar hasta una AV de 0.8 es necesario verificar la potencia esférica hasta alcanzar la AV de unidad.

Puede ser especialmente interesante realizar el equilibrio biocular después de la tercera maniobra del test subjetivo binocular de lejos (después de igualar esferas, cilindros y reducir cilindros binocularmente) previo al fogging binocular.

Algunos paciente aceptan una reducción binocular de esfera y de cilindro y al realizar el test biocular se observa una diferencia de AV enorme entre ambos ojos. Este resultado refractivo no puede prescribirse, puesto que un ojo está bien corregido mientras que el otro presentará una baja AV. Por tanto, siempre está indicado realizar el equilibrio biocular antes del fogging binocular.

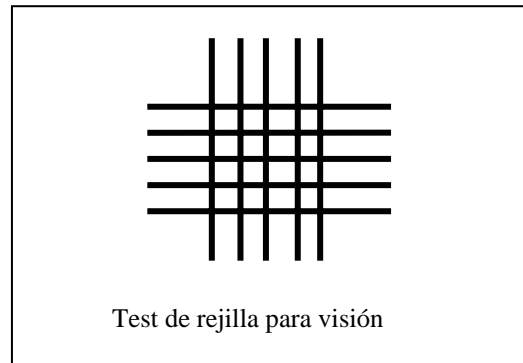
Subjetivo Monocular de Cerca

Se distinguen dos métodos principales.

Cilindros Cruzados de Jackson para cerca

La finalidad de esta prueba es calcular la lente que proporciona la focalización en visión próxima. Procedimiento:

1. Iluminación normal. Utilizar la iluminación de la columna de refracción para visión próxima.
2. Partir del resultado del subjetivo binocular en ambos ojos. Ocluir un ojo.
3. Colocar un cilindro cruzado de Jackson de $\pm 0.50\text{DP}$ de manera que el eje negativo quede situado a 90° . (El foróptero suele disponer de este CC en el mando de lentes auxiliares).
4. Se sitúa el test de rejilla a 40 cm del paciente, o en su defecto a la distancia de lectura habitual del paciente.
5. Introducir una lente esférica de $+3.00\text{DP}$. En pacientes presbítas puede ser necesario incrementarla en $+1.00\text{DP}$ especialmente en los mayores de 50 años, mientras que en pacientes jóvenes puede ser conveniente reducirlo rápidamente en 0.75 o 1.00DP porque esta lente causa visión muy borrosa.
6. En esta situación el paciente tendrá que ver más nítidas las líneas verticales. Preguntar al paciente si ve todas las líneas igual de negras. No es conveniente informar al paciente sobre lo que va a ver.
7. Cuando el paciente aprecia más negras las líneas verticales que las horizontales empezar a reducir convexos en pasos de 0.25DP hasta que el paciente manifieste ver ambas líneas igual de negras o nítidas (verticales y horizontales). En algunos pacientes no existe este punto de igualdad tomándose como resultado del test la última lente que permitía ver más negras las líneas verticales.
8. Repetir en el otro ojo.



Esta prueba puede no aportar un resultado concluyente, puesto que algunos pacientes pueden apreciar diferencia de colores entre las líneas o ver más negras las horizontales que las verticales. En estos casos recurrir a otro método subjetivo para calcular la prescripción en visión próxima.

Método de Tanteo

La finalidad de esta prueba es calcular la adición necesaria en visión próxima.

Procedimiento:

1. Iluminación normal. Utilizar la iluminación de la columna de refracción para visión próxima. Ocluir un ojo.
2. Introducir lentes positivas hasta que el paciente vea la línea de AV unidad en visión próxima.
3. Repetir en el otro ojo.

Un punto de partida para el método de tanteo puede ser utilizar la tabla de amplitud de acomodación de Donders o la fórmula de Hofstetter ($Ad = 15 - 0.25 \text{ Edad}$). Estadísticamente se acepta que la amplitud de acomodación por debajo de los 40 años se incrementa 1.00DP por cada 4 años, disminuyendo más rápidamente por encima de esa edad.

Edad (Años)	AA (DP)
8	14.0 ± 2
12	13.0 ± 2
16	12.0 ± 2
20	11.0 ± 2
24	10.0 ± 2
28	9.0 ± 2
32	8.0 ± 2
36	7.0 ± 2
40	6.0 ± 2
44	4.5 ± 1.5
48	3.0 ± 1.5
52	2.5 ± 1.5
56	2.0 ± 1.0
60	1.5 ± 1.0
64	1.0 ± 0.5
68	0.5 ± 0.5

Amplitud de Acomodación en función de la Edad (Donders)

Subjetivo Binocular de Cerca

Se realiza siguiendo el mismo procedimiento que en los tests subjetivos monoculares de cerca con la salvedad de asegurarse que ambos ojos permanecen abiertos. Por tanto existe un test de cilindros cruzados binoculares y un test de tanteo binocular.

45 años	+1.00 a +1.25 DP
50 años	+1.50 a +1.75 DP
55 años	+2.00 a +2.25 DP
60 años	+2.50 a +3.00 DP

Tabla de adiciones promedio en función de la edad

Tanteo Binocular

Sobre el resultado del subjetivo binocular de lejos se colocan lentes positivas en ambos ojos hasta que el paciente afirme que ve adecuadamente el optotipo de cerca.

La elección directa del paciente probando la potencia exacta correspondiente a su distancia habitual de trabajo, suele constituir el método más satisfactorio y puede adoptarse esta costumbre como norma antes de definir la prescripción definitiva (adición).

Previo a la prescripción definitiva está indicado asegurarse que la lente escogida permite mantener la mitad de la acomodación del paciente en reposo. Una de las pruebas más adecuadas es calcular la acomodación relativa negativa y positiva y que ambos valores sean similares en valor absoluto o utilizar el método de límites descrito en el capítulo de presbicia.

BIBLIOGRAFIA

- 1) *Procedimientos Clínicos en el Examen Visual*, Colegio Nacional de Opticos-Optometristas. 1990.
- 2) Castiella JC, Pastor JC. *La refracción en el niño*. McGraw-Hill-Interamericana. Madrid, 1997.
- 3) Wilson FM. *Practical Ophthalmology. A Manual for Beginning Residents*. American Academy of Ophthalmology. San Francisco 1996.
- 4) Edwards K, Llewellyn R. *Optometría*. Ed. Científicas y técnicas, SA Masson-Salvat Medicina. 1993 Barcelona España.
- 5) Leo Manas. *El análisis visual*. S.O.E. Madrid, España, 1965.
- 6) Gonzalez Diaz-Obregon E. *Optometria II*. Universidad Complutense de Madrid.
- 7) Edwards K, Llewellyn R, *Optometría*, Masson-Salvat, Barcelona, 1993.