

ACOMODACIÓN

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, EEUU

PAR EVALUADOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, EEUU

ESTE CAPÍTULO INCLUYE UNA REVISION DE

- Definiciones
- Acomodación
- Estado de reposo (Estático) Función de respuesta al estímulo acomodativo
- Más información acerca de ciencias de la visión

DEFINICIONES

Fuente: Benjamin, W. Borish's Clinical Refraction. WB Saunders, Philadelphia. 2006.

ACOMODACIÓN	Es el proceso en el que existe un cambio en el poder dióptrico en el Cristalino con el fin de que las imágenes retinianas de objetos a diferentes distancias se mantengan focalizadas en la fovea, el área de mayor resolución de la mácula.
PROFUNDIDAD DE FOCO	Es la variación de la distancia de la imagen desde un lente o un sistema óptico, la cual puede ser tolerada sin incurrir en una falta de nitidez que moleste en términos de foco. Esta falta de foco estimulará la acomodación.
PROFUNDIDAD DE CAMPO	Es el intervalo dióptrico en espacio libre el que define la profundidad de campo. La distancia lineal en el espacio del objeto en la cual el ojo no experimenta borrosidad al enfocar un objeto. Estímulo acomodativo: Cantidad de dioptrías que la acomodación deberá modificar con el fin de conjugar un objeto con la retina.
LAG DE ACOMODACIÓN	Es la situación en la que la respuesta acomodativa en visión próxima es menor al estímulo que debería acomodarse. Es normal tener un lag de acomodación de 0.50D a 0.75D, lo que resulta en una hipoacomodación normal que se mantiene con la profundidad de foco. El sistema acomodativo cambia el foco en la menor cantidad dióptrica necesaria para situar el objeto en la profundidad de campo y foco del ojo.
LEAD DE ACOMODACIÓN	Es el caso en el que la repuesta acomodativa es mayor a la del estímulo que debería acomodarse. No es normal tener un adelanto de acomodación. Recuerde que el sistema está diseñado para ser eficiente.

PUNTO PROXIMO DE ACOMODACIÓN	Es el punto más cercano en el que se logra enfocar una imagen en la retina con la respuesta máxima de acomodación. La cantidad máxima de acomodación se representa en el espacio.
PUNTO REMOTO DE ACOMODACIÓN	Es el punto más lejano en el que se logra enfocar una imagen en la retina con la mínima respuesta acomodativa. Nota: no es posible tener una acomodación en un valor de cero- siempre hay algún grado de acomodación presente.
AMPLITUD DE ACOMODACIÓN	La diferencia, expresada en dioptrías entre el punto remoto de acomodación y el punto próximo de acomodación con respecto al plano de la montura, la pupila o algún punto de referencia del ojo.
RANGO DE ACOMODACIÓN	Es la distancia lineal entre el punto próximo de acomodación y el punto remoto de acomodación.
ACOMODACIÓN CONSENSUAL	Es la acomodación simultánea de ambos ojos. Ocurre en concordancia con la ley inervacional de Hering.
PRESBICIE	El "ojo Viejo". De progreso lento, normal y de causa natural, relacionada con la edad en donde existe una disminución irreversible de la amplitud de acomodación. Esto conlleva a un punto próximo más lejano.
ACOMODACIÓN PROXIMAL	Acomodación estimulada por la influencia del conocimiento de la cercanía aparente de un objeto. No existe un estímulo dióptrico "real" para acomodar, es decir, es más de naturaleza psicológica.
ACOMODACIÓN POR CONVERGENCIA	Es la acomodación inducida por una conexión neuronal innata entre la disparidad de vergencia y la acomodación, la cuál es aproximadamente de 0.40 D por ángulo métrico.
TONO DE ACOMODACIÓN	Acomodación que se encuentra incluso en ausencia de borrosidad, disparidad, estímulos cercanos, y/o acomodación voluntaria o aprendida. No se necesita de ningún estímulo; es reflejo de una línea base neural de inervación del cerebro medio. El promedio del tono de acomodación en adultos jóvenes es de aproximadamente 1.00Dpt. El tono de acomodación representa el tono normal del cuerpo ciliar en su estado de reposo.
ACOMODACION EN ESPACIO LIBRE O ACOMODACION EN UN CAMPO OSCURO	Acomodación que se da en la ausencia de estímulo óptico, tal como sucede en bajos niveles de iluminación o al observar un cielo azul libre nubes.
ACOMODACIÓN REFLEJA	Ajuste automático del estado refractivo para obtener y mantener una imagen nítida y focalizada en la retina, en respuesta a un estímulo de borrosidad.

ACOMODACIÓN

TEORIAS DE ACOMODACIÓN	<p>La acomodación puede darse debido a :</p> <ul style="list-style-type: none"> • El intervalo o conoide de Sturm (debido al astigmatismo) causando un cambio en el foco- corresponde a 1.00Dpt. • Tamaño pupilar que genera acomodación- corresponde a 1.00Dpt. • Cambios en la curvatura corneal, resultando en un cambio en el punto focal. • El cambio en el punto focal, lo que genera un cambio en la posición antero-posterior del cristalino. • La longitud axial del ojo que cambia y conlleva a acomodar. • Cambios en la forma y poder del cristalino con el fin de permitir la focalización de objetos a varias distancias, aceptada actualmente como la teoría de acomodación. <p>Resulta interesante resaltar que únicamente la visión como tal, no es necesaria para estimular la acomodación. También es estimulada debido a la proximidad, a fármacos antiglaucomatosos, a estímulos auditivos, a la aberración, convergencia y al esfuerzo voluntario.</p>
-------------------------------	--

CUATRO COMPONENTES DE LA ACOMODACIÓN	<ol style="list-style-type: none"> Acomodación refleja: Componente principal de la acomodación tanto binocular como monocularmente. Acomodación por convergencia: Segundo componente más importante de la acomodación. Controlada por la conexión entre la acomodación y la convergencia. Acomodación proximal: Estimulada por señales perceptuales, no está basado en el circuito retinal de retroalimentación a la borrosidad. Tono de acomodación: Acomodación remanente en ausencia de un estímulo. Es estimulada por una base inervacional del cerebro medio. El promedio del tono de acomodación es de 1.00Dpt y esta cantidad cambia con la edad.
INERVACIÓN DE LA ACOMODACIÓN	<p>Para la acomodación estimulada por la falta de foco :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los conos retinales son estimulados por la falta de focalización. • Las señales borrosas se transmiten a través de la capa magnocelular del cuerpo geniculado lateral (CGL) a la corteza visual. • La señal también se transmite a las áreas parieto-temporales para ser procesada. • La señal supranuclear llega al cerebro medio al núcleo oculomotor /Edinger-Westphal donde la respuesta motora es iniciada. • La respuesta motora es transmitida al músculo ciliar a través del nervio oculomotor (NC III), el ganglio ciliar y los nervios ciliares cortos. • Se genera un cambio en el estado de contracción del músculo ciliar. • El cristalino cambia su forma para obtener una imagen retiniana focalizada y asimismo una visión clara. • La tensión zonular se disminuye haciendo más curva la superficie anterior del cristalino y por ende aumentando su poder dióptrico. El eje Z se alarga y el cristalino se mueve hacia adelante. • El Cristalino complementa su movimiento con la fuerza de gravedad. • Al relajar la acomodación, las zónulas se tensionan causando un aplanamiento de la curvatura anterior del cristalino, lo que aleja el foco.
MEDICIÓN DE LA ACOMODACIÓN EN INFANTES	<p>La medición de la acomodación en infantes muestra algunas tendencias generales, sin embargo, los niños no son muy cooperadores a la hora de mencionar resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La acomodación durante el primer mes es cercana a las 5.00 Dpt. • Luego entre el 2 y el 3 mes empieza a comportarse más como un ojo adulto. • El tono de acomodación parece ser el mismo en infantes que en adultos jóvenes (aprox 1.40 Dpt). • Los bebés prematuros muestran cantidades mayores de acomodación. • La velocidad de acomodación es igual a la del adulto a los 3 meses. • La linealidad de la respuesta acomodativa relativa al estímulo acomodativo mejora a través de la infancia. <p>Existe un vacío en los tests para niños entre 1 y 4,5 años, pues son difíciles de examinar. Examinando de niños entre 5 y 10 años provee mayor información (Benjamin, W. Borish's Clinical Refraction. WB Saunders, Philadelphia. 2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La amplitud de acomodación disminuye con la edad. • El Lag de acomodación muestra un aumento lento con la edad. • La facilidad de acomodación aumenta con la edad.


PREGUNTA:

¿Los exámenes en este grupo de edad son un reflejo real de hallazgos, madurez y cooperación de los pacientes?

FUNCION DE LA RESPUESTA ACOMODATIVA AL ESTIMULO ESTATICO ACOMODATIVO.

1. ZONA INICIAL NO LINEAL	<p>Esta zona muestra una respuesta a un estímulo de 0 a 1.50 Dpt. Este es el resultado de un aporte tónico menor y de profundidad de foco, en donde la respuesta del sistema acomodativo no es 0Dpt, sino 0.25Dpt o 0.33Dpt. Esto representa el lead de acomodación en donde el sistema se acomoda de tal forma que realice el menor esfuerzo para situar la profundidad de foco al objeto de fijación lejano. La refracción hiperfocal y la distancia hiperfocal corresponden al punto en el que el ojo todavía tiene la imagen conjugada y focalizada.</p>
2. ZONA LINEAL MANIFIESTA	<p>Esta es la respuesta de la zona media en la que un estímulo produce un cambio relativamente grande y proporcional a la respuesta acomodativa. El rango de la respuesta lineal varía entre 0.7Dpt y 1.0Dpt. El lag de acomodación es notable en esta región.</p>
3. ZONA NO LINEAL DE TRANSICIÓN	<p>A medida que el estímulo acomodativo aumenta en las zonas lineales manifiestas, se producen, de manera progresiva, cambios pequeños en la acomodación. Esto muestra una leve saturación del sistema. Más errores en el sistema acomodativo ocurren a causa de los límites biomecánicos del Cristalino.</p>
4. ZONA NO LINEAL LATENTE	<p>Así se incrementa el nivel del estímulo acomodativo no se produce ningún cambio en la acomodación. Cuando esto ocurre significa que ya el sistema acomodativo se saturó y se extiende hasta 2.00Dpt más allá de la zona no lineal de transición. Esta es la zona funcional presbíta. El sistema sigue intentando enfocar.</p>
5. ZONA NO LINEAL DE DESENFQUE MIÓPICO	<p>En esta zona, cantidades mayores de borrosidad retiniana no compensada hacen que el sistema reduzca su efectividad, lo que conlleva a una reducción gradual en la respuesta acomodativa, enviando al sistema hacia un nivel tónico.</p>
6. ZONA NO LINEAL DE DESENFQUE HIPERMETRÓPICO	<p>La estimulación más allá del infinito óptico produce un desenfoque retiniano hipermetrópico que sitúa al sistema en un foco tónico mayor a 0.25Dpt, lo esperado para el infinito. Esta estimulación también devuelve al sistema a su nivel tónico de 1.00Dpt.</p> <p>Un estímulo BORROSO estimula la acomodación, sin embargo, el sistema también tiene un control de errores. El control de la acomodación es dirigido por una variedad de factores. El sistema sin ninguna influencia tiene un 50% de efectividad en el control de la acomodación. El efecto de una variedad de características afecta la respuesta. La vida real es un compendio de factores y el sistema acomodativo es capaz de desenvolverse bien en ellos.</p>

MÁS INFORMACION ACERCA DE CIENCIAS DE LA VISIÓN

EL MODELO ESTÁTICO DE HUNG	El aporte de la distancia tanto en dioptrías como en ángulos métricos estimula el reflejo, proximal y vergencial del sistema acomodativo. El sistema proximal es el único que no sigue la vía retiniana.
EL OPERADOR DEL UMBRAL EN EL ESPACIO MUERTO.	Este es el componente del sistema que tolera el error. Esto establece el nivel de la cantidad de borrosidad necesaria percibida para iniciar la respuesta acomodativa.
GANANCIA	Este es el mecanismo que controla la velocidad de respuesta del sistema.
CIRCUITO DE ADAPTACIÓN	Una vez que la respuesta rápida del sistema se completa, el circuito de adaptación se activa y le permite al mismo generar una respuesta por un tiempo prolongado.
GANANCIA CROSS-LINK	Esta ganancia multiplica la respuesta de salida de la vía directa teniendo en cuenta los radios AC/A Y CA/C. Un exceso de ganancia resultaría en una endotropia y una ganancia insuficiente resultaría en Exotropia.
APORTE TÓNICO	Esta es la base de inervación neural. No hay retroalimentación visual involucrada.
UNIÓN DE COMPLEMENTO	Esta es el área de complemento entre la respuesta tónica, proximal y de cross-link para manejar el sistema.
APARATO PERIFÉRICO	La respuesta de la unión de complemento conlleva a que los centros corticales y subcorticales activen la señal neural para inervar el músculo ciliar y al cristalino para la acomodación, así mismo a los músculos extraoculares para la convergencia. Una vía de retroalimentación negativa controla el sistema hasta que se llega al estado de reposo.

BIBLIOGRAFÍA

- Benjamin, W. Borish's **Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.
- Hart W. Adler's **Physiology of the Eye, 9th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.
- Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.
- Regan D. **Binocular Vision** (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction, 1991).
- Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.
- Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.
- Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.
- Kaufmann, PL. Adler's **Physiology of the Eye**, 10th Ed. Mosby, St. Louis, 2003.
- Moses, RA. Adler's **Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.
- Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.