

1-1-2016

Valoración del Lag de acomodación con la retinoscopia de Nott en personas entre los 20 y los 39 años

Laura Andrea Garzón Rojas
Universidad de La Salle

Laura Liliana Moreno Caro
Universidad de La Salle

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria>

Citación recomendada

Garzón Rojas, L. A., & Moreno Caro, L. L. (2016). Valoración del Lag de acomodación con la retinoscopia de Nott en personas entre los 20 y los 39 años. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/108>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias de la Salud at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Optometría by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**VALORACION DEL LAG DE ACOMODACIÓN CON LA RETINOSCOPIA DE
NOTT EN PERSONAS ENTRE LOS 20 Y LOS 39 AÑOS**

Presentado por:

LAURA ANDREA GARZON ROJAS

50112005

LAURA LILIANA MORENO CARO

50112010

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
OPTOMETRIA
BOGOTA D.C
2016**

**VALORACION DEL LAG DE ACOMODACIÓN CON LA RETINOSCOPIA DE
NOTT EN PERSONAS ENTRE LOS 20 Y LOS 39 AÑOS**

Presentado por:

LAURA ANDREA GARZON ROJAS

50112005

LAURA LILIANA MORENO CARO

50112010

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE OPTOMETRA

Director:

Dr. ALEJANDRO LEÓN ÁLVAREZ

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

OPTOMETRIA

BOGOTA D.C

2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DE JURADO

FIRMA DE JURADO

FIRMA DE DIRECTOR TRABAJO. ALEJANDRO LEON ALVAREZ

Bogotá D.C 2016

DEDICATORIAS

Este proyecto se lo dedico especialmente a Dios que dé inicio a fin me ilumino, guio, me ayudo a superar todos los obstáculos y me permitió culminar mi carrera universitaria.

A mi padre que con mucho esfuerzo y dedicación me brindó su apoyo durante toda la carrera. A mi mamá por ser la persona incondicional en mi vida, por sus palabras de aliento y sus miles de oraciones en momentos de dificultad.

A mis hermanitos que son mi motor, luz, color en mi vida y mis ganas de salir adelante para brindarles un gran futuro.

LAURA MORENO

En primer lugar le doy gracias a Dios por iluminarme y brindarme esta oportunidad que emprendí desde hace 5 años con muchas expectativas y ganas de aprender y que gracias a él estoy dando mi primer paso hacia una vida de bendiciones y de éxitos.

A mis padres quienes han sido el motor de mi vida al brindarme su amor, apoyo y ejemplo excepcional, porque gracias a ellos aprendí que la unión familiar es la base más importante para alcanzar el éxito siempre contando con la bendición de Dios y que es posible cumplir todos los sueños y metas que nos proponamos.

A mis queridos hermanos y sobrinos quienes han sido mis apoyo, respaldo y ejemplo de emprendimiento y dedicación por que juntos lograremos el éxito.

LAURA GARZON

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminarnos y bendecirnos cada día para que este proyecto pudiera ser una realidad.

Agradecemos a la Fundación Universitaria del Área Andina Seccional Pereira por compartir y autorizar el uso de los datos para llevar a cabo este trabajo.

A nuestro director de tesis el Dr. Alejandro León por su apoyo incondicional y por habernos brindado la oportunidad de recurrir a sus conocimientos para la realización de este proyecto.

A nuestros maestros por su tiempo, dedicación y entrega en estos cinco años de aprendizaje que nos han fortalecido en nuestra vida académica y personal para dar un gran aporte a la sociedad como futuras profesionales de la salud visual y ocular.

A nuestros compañeros y futuros colegas, con quienes compartimos gratas experiencias y conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

RESUMEN

INTRODUCCION

1. MARCO TEORICO

1.1 MECANISMO ACOMODATIVO

1.2 RECORRIDO Y AMPLITUD DE ACOMODACION

1.3 ESTIMULOS Y COMPONENTES FUNCIONALES DE LA ACOMODACION

1.4 COMPONENTES DE LA ACOMODACION

1.4.1 ACOMODACION TONICA

1.4.2 ACOMODACION DE CONVERGENCIA

1.4.3 ACOMODACION PROXIMAL

1.4.4 ACOMODACION REFLEJA

1.5 RESPUESTA ACOMODATIVA

1.6 LAG DE ACOMODACION

1.6.1 VALORES DE REFERENCIA DEL LAG DE ACOMODACION

1.7 DISFUNCIONES ACOMODATIVAS

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 TIPO DE INVESTIGACION

2.2 POBLACION Y MUESTRA

2.3 CRITERIOS DE INCLUSION

2.4 CRITERIOS DE EXCLUSION

2.5 PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS A EMPLEAR

2.6 PROCEDIMIENTOS Y ANALISIS ESTADISTICOS DE LOS DATOS

2.7 ASPECTOS BIOETICOS

2.8 BENEFICIOS PARA SUJETOS PARTICIPANTES

3. RESULTADOS

4. DISCUSION

5. CONCLUSIONES

6. RECOMENDACIONES

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1 Promedio y desviación estándar para el Lag de acomodación discriminados por quinquenios. El rango de normalidad fue hallado al multiplicar 1.96 por la desviación estándar en cada grupo etario. (LS: límite superior; LI: límite inferior).

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Figura 1. Relación entre el lag acomodativo y la edad.

FIGURA N° 2 Comparación del Lag acomodativo por género y ametropía.

RESUMEN

La respuesta acomodativa se refiere a una cantidad de acomodación diferente que emplea el sistema visual para poder ver nítido un objeto, debido a que el estímulo acomodativo es el inverso de la distancia entre el ojo y el punto de fijación determinando la acomodación que es necesaria realizar, por lo tanto la diferencia (en dioptrías) entre el estímulo y la respuesta de acomodación se denomina Lag o retardo acomodativo. Teniendo en cuenta que las pruebas para el diagnóstico de alteraciones acomodativas son la retinoscopia de Nott y la retinoscopia, siendo previamente que la retinoscopia dinámica de Nott proporciona medidas fiables en cuanto a la respuesta acomodativa en adultos pre presbíta y niños, debido a que la introducción de lentes modifica la respuesta a menos que se haga en un lapso de tiempo menor a medio segundo.

Objetivo: Determinar los valores normales del Lag de acomodación en sujetos entre los 20 a 39 años de edad en las personas de Pereira. *Materiales y Métodos:* Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo, transversal, secundario al estudio primario denominado Valores de Referencia para la Amplitud De Acomodación con una Técnica Objetiva (Medición Objetiva De La Amplitud De Acomodación - MODAA), realizando la valoración del lag de acomodación por medio de la retinoscopia de Nott a 374 sujetos pertenecientes de la ciudad de Pereira que estuviesen en el rango de edad de 20 a 39 años. *Resultados:* El promedio del Lag de acomodación para toda la población incluida fue de +0.54D ($\pm 0.23D$), además determinación de los rangos del lag de acomodación se pueda dar basándose en multiplicar por 1.96 la desviación estándar y/o tomando los percentiles 3 y 97, para cualquiera que sea el caso, se encuentra que el lag acomodativo es normal cuando se encuentre entre +0.10D y +1.00D. Además se encontró que el Lag de acomodación no difiere según las ametropías ($F_{2,373} = 1.04$; $p = 0.356$), aunque en los emétopes e hipermétopes hay una mayor tendencia a tener valores extremos más altos (lag mayor) mientras que en los miopes es mayor la disposición hacia el LEAD. Del mismo modo, no se observaron diferencias de la respuesta acomodativa entre mujeres y hombres ($t = -0.0089$; $p = 0.993$) siendo

prácticamente nula. *Conclusiones:* El Lag acomodativo es constante entre los 20 a 39 años, aunque se observa un leve incremento (no significativo) como una función de la edad; así mismo se evidenció que no se presentaron diferencias significativas por edad y género.

Palabras clave: Lag de acomodación, Respuesta acomodativa, Retinoscopía de Nott, Acomodación.

INTRODUCCIÓN

La acomodación es la capacidad que tiene el ojo para enfocar objetos localizados entre el infinito óptico y su punto próximo, por medio del ajuste dióptrico del cristalino al variar su curvatura y de esta forma focalizar la imagen a diversas distancias.¹

El estímulo o demanda acomodativa se refiere a el inverso de la distancia entre el ojo y el punto de fijación determinando la acomodación que es necesaria realizar, se esperaría que el ojo realizara esa cantidad de acomodación para ver nítido el objeto, sin embargo el sistema visual emplea una cantidad de acomodación diferente para enfocar el objeto denominada respuesta acomodativa; por lo tanto la diferencia (en dioptrías) entre el estímulo y la respuesta de acomodación se conoce como Lag o retardo de acomodación. La medida de la respuesta acomodativa permite establecer el plano de enfoque del sujeto respecto al estímulo acomodativo, es decir, si se produce una hiper o una hipo-acomodación.²

La retinoscopia dinámica es la medida objetiva de la respuesta acomodativa que más a menudo se utiliza en la práctica optométrica, esta se puede determinar por diferentes técnicas, para la medida de la respuesta acomodativa se usa el Método de Estimación Monocular (MEM) y la Retinoscopía de Nott. La técnica de MEM está basada en interposición de lentes esféricas de manera monocular en condiciones binoculares hasta neutralizar el reflejo, mientras que la técnica de Nott consiste en la diferencia lineal entre la distancia de fijación y la distancia que hay al retinoscopio sostenido por el examinador en el momento de neutralizar el reflejo retinoscópico.³

Según Leat⁴, la retinoscopia dinámica de Nott ha demostrado previamente que proporciona medidas fiables de la respuesta acomodativa en adultos pre presbítas y niños, debido a que la introducción de lentes modifica la respuesta a menos que se haga en un lapso de tiempo menor a medio segundo. Rosenfield⁵, considera que una respuesta de acomodación normal es inferior a la demanda entre 0.25 a 0.75D (Lag: +0.25D a +0.75D). Rouse et al⁶, afirmaron que el promedio del Lag de acomodación estaba entre $+0.33D \pm 0.35D$ y $0.35 \pm$

0.34 D para ojo derecho y ojo izquierdo respectivamente, en una muestra de 100 escolares (hasta los 12 años) empleando la técnica de MEM. En Colombia, Reyes et al⁷, encontraron que el valor del Lag de acomodación predominante era de +0.50 dioptrías y +0.75 dioptrías (MEM y Nott); sin embargo, dicho estudio estaba diseñado para buscar diferencias entre dos técnicas de retinoscopia dinámica mas no para determinar valores normales. Más recientemente León y Zapata⁸, reportaron en sujetos entre los 5 a 19 años que el Lag tenía un rango de normalidad más amplio a lo citado como normal por otros autores. Los estudios mencionados anteriormente han sido realizados principalmente en población infantil o juvenil en donde la acomodación poco cambio tiene; sin embargo, Anderson et al⁹ y Anderson y Stuebing¹⁰ han mostrado que, por ejemplo, la amplitud de acomodación desciende marcadamente entre los 20 hasta los 45 años, por lo que se podría esperar que la respuesta de acomodación también variara. De hecho, León y Zapata⁸ señalaron un pequeño cambio (pero significativo) del Lag entre el grupo de edad entre 5 a 10 años con respecto al de 15 a 19 años (0.08D, p=0.0214).

Diversos estudios sobre condiciones oculares hechos en población colombiana, han mostrado resultados diferentes a lo señalado en otras partes (León y Pulgarín¹¹, – Relación AC/A; León y Medrano,¹² – Amplitud de Acomodación; León y Estrada¹³, – Sensibilidad al contraste; León y Estrada¹⁴, - Modificación del AC/A; León y Estrada¹⁵ – Valores normales de la AA; León y Zapata⁸ – Evaluación del Lag de acomodación). Hay que tener en cuenta que el Lag ha sido evaluado en población infantil y juvenil principalmente y además se ha evidenciado que la acomodación cambia más rápidamente en los adultos jóvenes que en los menores de edad, por esta razón es relevante saber los valores normales del Lag de acomodación en sujetos entre los 20 a 39 años de edad. Cabe resaltar que estos valores de normalidad pueden guiar y ser muy útiles en el diagnóstico de alteraciones acomodativas, debido a que los métodos normalmente utilizados suelen ser insuficientes para establecer un diagnostico final, razón por la cual el Lag adquiere importancia en el diagnóstico de las disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas.¹⁶ Del mismo modo Griffin¹⁷, afirma que un Lag de acomodación bajo, entre +0.25 dioptrías o +0.50 dioptrías seria sugestivo de espasmos, excesos de

acomodación, disfunción de vergencias positivas y exceso de corrección positiva; un valor de Lag de acomodación alto, mayor de +1.00 dioptría sería sugestivo de insuficiencia de acomodación, hipermetropía.

Por lo tanto, el conocer los valores normativos resulta importante para el diagnóstico de estas alteraciones, pese a que el Lag normal ha sido reportado por diversos autores, principalmente con el procedimiento MEM.⁸

Sin embargo el estudio que realizó Reyes⁷, donde se evaluaron a 126 pacientes con edades entre 5 y 39 años, determinó que el Lag de acomodación predominante era de +0.50 dioptrías y +0.75 dioptrías (MEM y Nott), razón por la cual se generaliza para todos los pacientes estos valores del Lag, pero realmente si bien la mayoría de pacientes presentan este Lag no se puede asumir este valor como constante, ya que allí se encuentran también valores del Lag de 0.25 D, 1.00 D, 1.25 D, en pacientes sin alteraciones acomodativas ni de la visión binocular; concluyendo que no existe relación directa ni inversa entre el Lag de acomodación y la edad, debido a que una persona de 10 años puede presentar un Lag de acomodación de 0.50 D, igual que una de una persona de 30 años.

Estas diferencias fueron las razones para realizar la presente investigación, la cual tiene como objetivo determinar los valores normales del Lag de acomodación entre los 20 y 39 años en las personas de la ciudad de Pereira y como objetivos específicos determinar los cambios del Lag de acomodación conforme aumenta la edad y establecer las variaciones del Lag respecto al género y la ametropía; Para que estos valores sirvan como referentes de la respuesta acomodativa de sujetos en nuestro entorno.

1. MARCO TEORICO

La acomodación se refiere a la capacidad que tiene el ojo para enfocar objetos localizados entre el infinito óptico y su punto próximo, por medio del ajuste dióptrico del cristalino al variar su curvatura y de esta forma focalizar la imagen en la retina a diversas distancias.¹

En la acción de la acomodación se generan tres acciones fisiológicas: la pupila se contrae, los ojos muestran una convergencia y una respuesta acomodativa. El conjunto de estas tres respuestas se denomina: triada de la acomodación o reflejo de cercanía.¹⁹

1.1 Mecanismo Acomodativo

En el enfoque para visión próxima el musculo ciliar se contrae, las fibras de la zonula se relajan y la capsula del cristalino esta distendida, de manera que la lente adopta una forma esferoidal, con lo que aumenta su poder refractivo. En el enfoque para visión lejana, el musculo ciliar este relajado, las fibras de la zonula tensas, y el cristalino aplanado con forma elíptica disminuye su poder de refracción.²⁰

Del mismo modo cuando la imagen borrosa es detectada en la fovea, la información se envía a través del nervio óptico, luego se dirige al núcleo de Edinger – Westphal, pasando la información por el III par al cuerpo ciliar, produciendo contracción del músculo ciliar y reducción del diámetro del músculo esfinter y disminución en la tensión de las fibras zonulares; generando un aumento en la curvatura del cristalino y del poder dióptrico del mismo, para permitir enfocar nítidamente objetos cercanos.²¹

1.1.1. Recorrido y Amplitud De La Acomodación.

El punto remoto se refiere a la distancia máxima en la que es posible distinguir un objeto estando la acomodacion totalmente relajada, Cuando actúa la acomodación máxima, el punto más cercano que puede verse nítidamente se llama punto próximo. A sí mismo, es posible definir la acomodación como la

modificación del cristalino manteniendo la imagen retiniana nítida cuando el objeto se desplaza entre el punto remoto y el punto próximo.²⁰

1.2. Estímulos y componentes funcionales de la acomodación

Según Puell²⁰ al mirar un objeto cercano el estímulo para acomodar se produce por la conjunción de varios factores; entre ellos están.

a) La borrosidad de la imagen retiniana, cuando se pasa de mirar de lejos a cerca, es decir, el aumento de los círculos de difusión de la imagen.

b) El cambio de la vergencia de los rayos de luz que llegan a la retina; es decir, la variación de la inclinación de los rayos de luz debido al movimiento del objeto fijado hacia una posición más próxima.

c) Estímulos psíquicos tales como el tamaño aparente y la distancia aparente, es decir, la conciencia de proximidad.

d) La aberración cromática.

1.4 COMPONENTES DE LA ACOMODACION

1.4.1 Acomodación Tónica: se refiere al estado de reposo de la acomodación, cuando no está enfocando ningún objeto definido como ocurre durante el sueño, la anestesia general y la oscuridad, teniendo un valor medio de 1.00 - 1.50 dioptrías.

1.4.2 Acomodación de Convergencia: es aquella cantidad de acomodación producida por el acto de vergencia, siendo estimulado por la disparidad retinal. Teniendo en cuenta que los movimientos de vergencia están influenciados por el correspondiente cambio acomodativo, debido a la relación AC/A de cada persona.

1.4.3 Acomodación Proximal: es aquella que es obtenida tras la proximidad de un objeto, generalmente se mide libre de emborronamiento y durante la percepción de la proximidad de un objeto y de los alrededores cercanos.

1.4.4 Acomodación Refleja (inducida por emborronamiento): es considerado como el componente más importante, refiriéndose al ajuste

automático del estado refractivo del ojo en respuesta a una imagen borrosa, con el objetivo de convertirla en una imagen nítida en la retina. La acomodación refleja es sensible a cantidades menores de borrosidad, hasta de 2 dioptrías aproximadamente.²²

1.5. RESPUESTA ACOMODATIVA

La respuesta acomodativa se refiere a una cantidad de acomodación diferente que emplea el sistema visual para poder ver nítido un objeto, debido a que el estímulo acomodativo es el inverso de la distancia entre el ojo y el punto de fijación determinando la acomodación que es necesaria realizar.²³

Además esta medida permite establecer el plano de enfoque del sujeto respecto al estímulo acomodativo, es decir, si se produce una hiper o una hipocomodación; siendo esta importante a la hora de confirmar la sospecha de problemas acomodativos o vergenciales.²⁴

1.6. LAG DE ACOMODACION

Es aquella diferencia (en dioptrías) entre el estímulo demandado y la respuesta de acomodación, cuando hay un Lag mayor de lo normal puede ser indicativo de una insuficiencia acomodativa, presbicia, endoforia significativa, o de una hipocorrección en positivos o hipercorrección en negativos en uno de los ojos, por otro lado cuando hay un Lag menor de lo normal puede ser indicativo de un espasmo acomodativo, exoforia significativa, o una hipercorrección en positivos o una hipocorrección en negativos.²⁴

Se dice que un desequilibrio del sistema nervioso autónomo puede dar lugar a respuestas de acomodación anómalas durante o después de un trabajo prolongado en visión cercana. Por lo tanto, un Lag acomodativo relativamente grande (>0.75 D) es un desenfoque continuo sobre retina relacionado con una inexacta acomodación, y a pesar de usar la profundidad de foco, el enfoque no se consigue exactamente sobre la retina y bajo estas condiciones, la miopía podría representar una adaptación fisiológica a este desenfoque, es decir la nitidez de la imagen podría conseguirse por un incremento en la longitud axial.²⁵

Respecto a las pruebas para el diagnóstico de alteraciones acomodativas se utilizan la retinoscopia de Nott y la retinoscopia propuesta por Haynes citado por Cacho,²⁶ Método de estimación Monocular (MEM): La retinoscopia de MEM consiste en la estimación de la respuesta acomodativa monocular bajo condiciones binoculares mediante la neutralización del reflejo observado mientras el sujeto lee un test de letras acoplado al retinoscopio. Para la neutralización se antepone delante del ojo lentes esféricas. La potencia de la lente positiva o negativa que neutralice respectivamente el movimiento directo o inverso del reflejo, será el valor del Lag acomodativo.²⁶

Normalmente se presenta una tarjeta a 40cms que representa un estímulo acomodativo de 2.50 D. Las normas esperadas para la retinoscopia MEM son de +0.50 Dpt. a +0.75 Dpt. Con respecto a la retinoscopia de Nott en este caso el test de fijación se sitúa a una distancia determinada y en vez de utilizar lentes para neutralizar el reflejo observado, el examinador se mueve junto al retinoscopio, acercándose en caso de movimiento inverso o alejándose en caso de movimiento directo, hasta observar un reflejo neutro. El resultado de la retinoscopia Nott se expresa como la diferencia (en dioptrías) entre la posición de la tarjeta (generalmente 40 cm) y la de la pupila de salida del retinoscopio cuando se observa neutralización.²⁶

Según Leat⁴, la retinoscopia dinámica de Nott ha demostrado previamente que proporciona medidas fiables de la respuesta acomodativa en adultos pre presbíta y niños, debido a que la introducción de lentes modifica la respuesta a menos que se haga en un lapso de tiempo menor a medio segundo.

1.6.1. VALORES DE REFERENCIA DEL LAG DE ACOMODACION

Rosenfield⁵, considera que una respuesta de acomodación normal es inferior a la demanda entre 0.25 a 0.75D (Lag: +0.25D a +0.75D). Rouse et al⁶, afirmaron que el promedio del Lag de acomodación estaba entre $+0.33D \pm 0.35D$ y 0.35 ± 0.34 D para ojo derecho y ojo izquierdo respectivamente, en una muestra de 100 escolares (hasta los 12 años) empleando la técnica de MEM. En Colombia, Reyes et al⁷, encontraron que el valor del Lag de acomodación predominante era de +0.50 dioptrías y +0.75 dioptrías (MEM y Nott).

Más recientemente León y Zapata⁸, reportaron en sujetos entre los 5 a 19 años que el Lag tenía un rango de normalidad más amplio a lo citado como normal por otros autores, reportando un Lag entre 0,25 y 0,75 Dpt.

1.7. DISFUNCIONES ACOMODATIVAS

La disfunción acomodativa es aquella deficiencia en el enfoque generando una inapropiada respuesta acomodativa a una determinada demanda visual.¹⁶ Por lo tanto el sistema visual puede sufrir trastornos que se describen como: exceso de acomodación, espasmo acomodativo, insuficiencia de acomodación, infacilidad acomodativa, fatiga acomodativa y parálisis de la acomodación.²⁷

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

Se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo, transversal, secundario al estudio primario denominado Valores de Referencia para la Amplitud De Acomodación con una Técnica Objetiva (Medición Objetiva De La Amplitud De Acomodación - MODAA).

2.2 Población y muestra

Se estimó un tamaño de muestra para la media de cada rango de edad (en grupos quinquenales – 20 a 24, 25 a 29, 30 a 34, 35 a 39 años), en términos de la precisión en unidades absolutas de medición¹⁸. Se tomó una desviación estándar de 0.33D derivada de lo reportado por León y Zapata⁸. La precisión de la media del Lag de Acomodación fue estimada en 0.10D, con un error $\alpha=0.05$, y un cálculo a dos colas. El tamaño determinado para cada grupo fue de 42 sujetos (total 168).

Para obtener la muestra se hizo una convocatoria abierta y libre entre estudiantes, docentes, personal administrativo de la Fundación Universitaria del Área Andina, así como sus familiares, amigos, allegados y cualquier persona que quisiese participar que estuviese en ese rango de edad. Las personas fueron valoradas en la Clínica de Optometría de la institución.

2.3 Criterios de Inclusión

- Personas entre los 20 a 39 años de edad cumplidos al momento del examen.
- Buena salud física (que se evidenciara a simple vista).
- Comprensión de las pruebas a realizar.

2.4 Criterios de Exclusión

- Agudeza visual (logMAR) >0.1 de lejos y cerca.
- Defecto refractivo >5.00 D en su componente esférico >3.00 D en el cilindro.
- Estrabismo manifiesto a cualquier distancia.
- Ambliopía (definida como la diferencia entre los ojos de 2 líneas de AV – 0.2 unidades logMAR y/o AV <0.3 logMAR en el ojo dominante).

- Anisometropía (diferencia $\geq 1.00D$ en el componente esférico y/o cilíndrico).
- Enfermedad sistémica general.
- Alteraciones patológicas de segmento anterior o posterior
- Antecedentes oculares de cirugía o trauma.

2.5 Procedimientos Técnicas a Emplear

A cada sujeto se le realizó un examen completo de optometría: Anamnesis, agudeza visual de lejos y cerca (cartas logMAR), valoración del segmento anterior con lámpara de hendidura, oftalmoscopía directa, distancia interpupilar (DP), retinoscopía estática y refracción subjetiva (cilindro cruzado y/o emborronamiento más dial astigmático). El estado motor fue evaluado mediante el ángulo Kappa, el reflejo de Hirschberg, prisma cover test a 3 y 0.4 metros, reservas fusiónales negativas y positivas en VL y VP, punto próximo de convergencia (PPC) con objeto real (OR) y/o filtro rojo (FR). La función acomodativa fue explorada por la retinoscopía de Nott (cada medida se hizo 3 veces), la flexibilidad de acomodación mono y binocular (Flipper de $\pm 2.00D$), la Amplitud de Acomodación Objetiva (Medición Objetiva de la Amplitud de Acomodación - MODAA) y Subjetiva (Donders Modificado y el método de Sheard). La relación AC/A fue determinada mediante el método Calculado.

2.6 Procesamiento y Análisis Estadístico de Datos

Se analizaron los datos por medio de estadística descriptiva, con medidas de tendencia central y de dispersión según previa prueba de normalidad. La relación entre el LAG y la edad será valorada por medio de un análisis de regresión.

2.7 Aspectos Bioéticos

El proyecto cumplió con los requerimientos establecidos en la declaración de Helsinki los cuales hacen referencia a la protección de la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información de las personas que participarán, por ende una vez entendido por los participantes se solicitó el consentimiento informado

previo a cada sesión de evaluación de cada uno de los participantes, además la presente investigación también cumplió con las exigencias explícitas de la resolución 8430 de 1993 por la cual se dictan disposiciones en materia de investigación en Colombia, según el capítulo 1 en su artículo 11 este proyecto es catalogado como investigación de riesgo mínimo, pues los procedimientos a realizar sobre el participante son unas pruebas diagnósticas visuales, las cuales no son invasivas ni perjudiciales para su sistema ocular y/o visual. Por tal motivo no se tiene riesgo en la presentación de eventos adversos mayores o mínimos.

2.8 Beneficios para los Sujetos Participantes

A todos los involucrados se les realizó un examen visual, en donde se pudo determinar si el estado de su visión estaba dentro de los parámetros normales. En los casos que presentaron anomalías del sistema visual, les fue entregada la debida prescripción médica (óptica o de medicamentos) o fueron atendidos sin costo (valoración y tratamiento de ortóptica) alguno en la clínica de optometría de la Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira.

3. RESULTADOS

Fueron incluidos 374 sujetos (mujeres 186 – 49.7%; hombres 188 – 50.3%) entre los 20 a 39 años de edad. Estas personas fueron clasificadas como emétopes (219 – 58.6%) si el equivalente esférico (EE) de la retinoscopia estática estuvo entre -0.25 a +0.50D, hipermétropes (EE >+0.50D) (84 – 22.5%) y miopes (EE < -0.25D) (71 – 19%). No hubo diferencias significativas entre el Lag del OD vs el OI (-0.01D, DE 0.20D; t -0.635; p=0.526), por tanto el análisis fue continuado solo con los datos del ojo derecho.

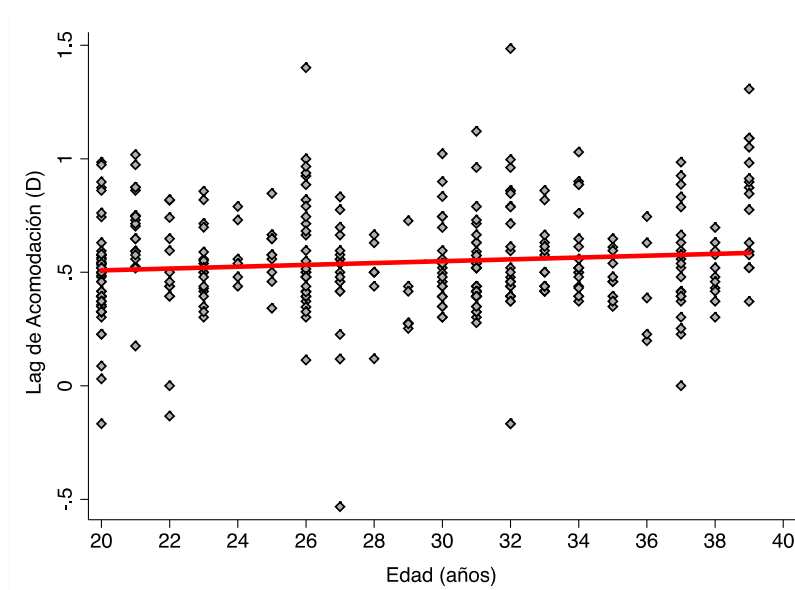
El promedio del Lag de acomodación para toda la población incluida fue de +0.54D (± 0.23 D). Como se observa en la Tabla 1, el promedio y la desviación estándar en los diferentes grupos etarios son muy similares. Con esto en mente, la determinación de los rangos del Lag de acomodación se pueda dar basándose en multiplicar por 1.96 la desviación estándar y/o tomando los percentiles 3 y 97, para cualquiera que sea el caso, se encuentra que el Lag acomodativo es normal cuando se encuentre entre +0.10D y +1.00D.

Tabla 1. Promedio y desviación estándar para el Lag de acomodación discriminados por quinquenios. El rango de normalidad fue hallado al multiplicar 1.96 por la desviación estándar en cada grupo etario. (LS: límite superior; LI: límite inferior).

Edad (años)	Promedio (D)	Desviación Estándar	RANGO DE NORMALIDAD	
			LS	LI
20 a 24	0,53	0,21	0,95	0,11
25 a 29	0,52	0,27	1,06	-0,02
30 a 34	0,55	0,22	0,99	0,11
35 a 39	0,58	0,25	1,08	0,08

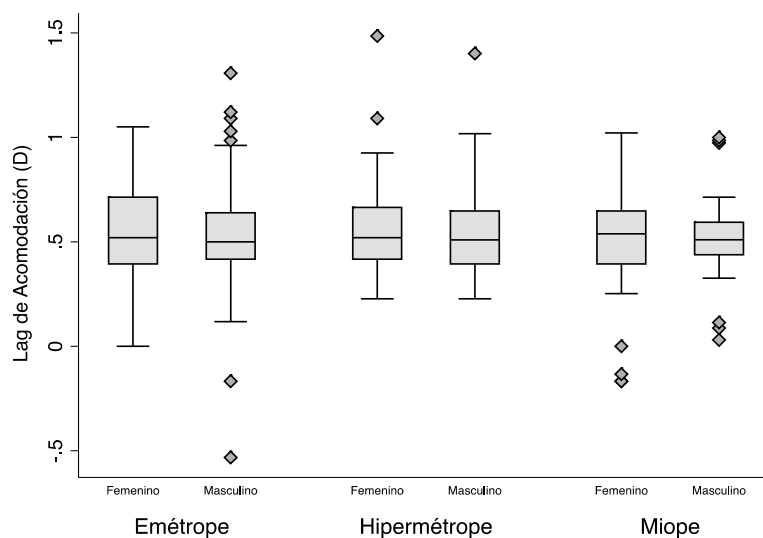
Un análisis de varianza de un factor (edad) mostró que no hay diferencias significativas del lag respecto a la edad (0.03D entre los grupos, $F_{3,373} = 1.00$; p 0.394); sin embargo, al realizar una correlación de Pearson se encontró una relación pobre aunque estadísticamente significativa ($r = 0.103$, $p = 0.046$ – ver Figura 1).

Figura 1. Relación entre el lag acomodativo y la edad.



En la Figura 2 se observa que el Lag acomodativo es similar entre las ametropías ($F_{2,373} = 1.04$; $p = 0.356$), aunque en los emétropes e hipermétropes hay una mayor tendencia a tener valores extremos más altos (Lag mayor) mientras que en los miopes es mayor la disposición hacia el LEAD. Por otro lado, en la misma Figura 2, se ve que las discrepancias de la respuesta acomodativa entre mujeres y hombres ($t = -0.0089$; $p = 0.993$) es prácticamente nula.

Figura 2. Comparación del Lag acomodativo por género y ametropía.



4. DISCUSION DE RESULTADOS

Los valores de normalidad del Lag de acomodación inicialmente reportados por Rouse et al⁶, se encontraban entre 0 y 0,75 D (promedio: 0,34 D; \pm 0,35); igualmente en el estudio reportado por Rosenfield⁵, considera que una respuesta de acomodación normal es inferior a la demanda entre 0.25 a 0.75D (Lag: +0.25D a +0.75D); al comparar los resultados anteriores con los encontrados en esta investigación, donde los valores de normalidad del Lag de acomodación se encuentran en un rango más amplio de +0.10D y +1.00D con un promedio de +0.54D, no deja de ser contradictorio que dichos autores reporten un menor Lag, debido a que al realizar la técnica de MEM, se introducen lentes para neutralizar el reflejo, se altera la acomodación y la respuesta acomodativa es menor, por lo que el Lag de acomodación es más positivo que el obtenido con la técnica de Nott.³

Del mismo modo en una investigación realizada por Reyes et al⁷, encontraron que el valor del Lag de acomodación predominante era de +0.50 dioptrías y +0.75 dioptrías (MEM y Nott); pero es necesario tener en consideración que el estudio mencionado estaba diseñado para buscar diferencias entre dos métodos de retinoscopia dinámica, por lo tanto no era para determinar valores de normalidad. De igual manera recientemente León y Zapata⁸, reportaron que el rango de normalidad estaba entre 0,0 D a 1,00 D con un promedio de 0,51 D; sin embargo en dicho estudio se evaluaron sujetos entre los 5 a 19 años.

En cuanto a los cambios del Lag de acomodación conforme aumenta la edad en esta investigación se encontró que los diferentes grupos etarios son muy similares entre los 20 a los 39 años donde el rango va desde 0,0 D a 1,00 D y en cuanto al promedio, la desviación estándar y de acuerdo al análisis de varianza del factor (edad) no hay diferencias significativas del Lag respecto a la edad; Además según Anderson et al,⁹ en su investigación reporta que no hay cambios importantes del Lag de acomodación con respecto a la edad, debido a que esta diferencia se da por la disminución de la amplitud de acomodación a medida que va aumentando la edad por lo cual se esperaría que el Lag de acomodación aumente. Igualmente según Acuña³ evidencia que no hay una relación directa entre la respuesta acomodativa y la edad concordando con al

afirmar que la edad no es un factor para el Lag de acomodación, por lo cual se debe evaluar en cada persona para determinar si existe o no alteraciones. Además cabe resaltar que según el estudio de Cacho et al²⁶, quien evaluó el Lag de acomodación en sujetos de edades comprendidas entre los 15 a los 35 años en su estudio demuestra que no hay diferencia significativa en cuanto a la edad de los sujetos estudiados ($p: 0.3326$). Igualmente Anderson⁹ en su estudio reporta que hay que tener en cuenta otros factores tales como la profundidad de foco que pueden cambiar con la edad y como resultado diferencias en las respuestas acomodativas.

De acuerdo a las variaciones del Lag respecto a la ametropía se observó que este valor es similar entre las ametropías, aunque en los emétopes e hipermetropes hay una mayor tendencia a tener valores extremos más altos (Lag mayor) mientras que en los miopes es mayor la disposición hacia el LEAD. Teniendo en cuenta las ametropías tampoco se encuentra diferencia significativa, sin embargo hay cierta prevalencia a un Lag mayor en personas emétopes e hipermetropes, mientras que los miopes acomodan por delante del estímulo real. Un Lag acomodativo grande es un desenfoque continuo sobre retina relacionado con una inadecuada acomodación, la miopía podría representar una adaptación fisiológica a este desenfoque, es decir la nitidez de la imagen podría conseguirse por un incremento de la longitud axial.²⁹

Mutti et al³⁰ en una población de 1107 personas, observaron que probablemente el Lag acomodativo no es una posible causa o factor de predicción del comienzo de la miopía, sino más bien una consecuencia de la misma. Según Drexler et al citado por Romero²² un exceso acomodativo prolongado en el tiempo puede dar lugar a un espasmo acomodativo, que se traduce en una visión borrosa temporal de lejos (miopía funcional) o hacerse permanente en el tiempo y convertirse en miopía estructural. Durante la acomodación, el músculo ciliar se contrae y arrastra a la coroides hacia delante y hacia dentro, disminuyendo por tanto la circunferencia de la esclera a la vez que se incrementa la longitud axial.²²

En cuanto a las variaciones del Lag de acomodación con respecto al género no se observó diferencia alguna concordando con el estudio de León y zapata⁸,

donde ni el defecto refractivo ni el género tuvieron ninguna incidencia sobre la respuesta acomodativa ($p > 0,05$); confirmando una vez más que las diferencias según el género de la respuesta acomodativa entre mujeres y hombres es prácticamente nula, al igual que lo reportado en investigaciones anteriores.^{7,8,3}

5. CONCLUSIONES

El Lag acomodativo es constante entre los 20 a 39 años, aunque se observa un leve incremento (no significativo) como una función de la edad; así mismo se evidenció que no se presentaron diferencias significativas por edad y género.

Cabe resaltar que el rango de “normalidad” es ligeramente más amplio a lo reportado por otros autores.

6. RECOMENDACIONES

Se sugiere emplear los datos aquí hallados como referentes clínicos en la evaluación de la respuesta (Lag) acomodativa.

7. REFERENCIAS

1. Aldaba, M. Et al. Medida de la respuesta acomodativa con un sistema de doble paso. [Tesis doctoral]. Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6), Universidad Politécnica de Cataluña. España; 2014.
2. Peñalba, B. Fiabilidad intraexaminador y concordancia de pruebas clínicas de evaluación de la visión binocular. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de óptica (optometría y visión). 2010; 64.
3. Acuña, L. Validez y reproducibilidad de los métodos para diagnóstico y corrección de presbicia en personas entre 40 y 65 años de edad. Universidad industrial de Santander. 2006.
4. Leat, S. Mohr, A. Accommodative Response in Pre-presbyopes with Visual Impairment and Its Clinical Implications. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2007; 48, 3888-3896. doi:10.1167/iovs.06-0582
5. Rosenfield M. Accommodation. In: The Ocular Examination: Measurements and Findings (Zadnik K, editor), WB Saunders: Philadelphia, 1997; pp. 87–121.
6. Rouse, M. Hutter, R y Shiftlett, R. A normative study of the accommodative lag in elementary school children. Am. J. Optom. Physiol. Opt, 1984; 61(11), 693-697.
7. Reyes, V., Suárez, E. y Acuña, L. A. Evaluación de la respuesta acomodativa como componente esencial en el diagnóstico de las alteraciones de acomodación. Ustasalud Optometría 2008; 7, 5-9. Recuperado de http://200.21.227.151/inicio/publicaciones/div_salud/pdf/ustaopto_7.pdf
8. León Álvarez A, Zapata Giraldo PC. Evaluación del lag de acomodación con la retinoscopía de Nott entre los 5 y los 19 años de edad. 2014;12(2):7. Epub 2015-01-28.

9. Anderson, H. A., Hentz, G., Glasser, A., Stuebing, K. K. y Manny, R. E. Minus-lens-stimulated accommodative amplitude decreases sigmoidally with age: a study of objectively measured accommodative amplitudes from age. *Invest. Ophthalmol.* 2008; 49(7), 2919-2926.
10. Anderson HA & Stuebing KK. Subjective versus objective accommodative amplitude: preschool to presbyopia. *Optom Vis Sci* 2014; 91: 1290–1301.
11. León A, Pulgarín CA. Relación entre el AC/A medido con el método del gradiente y el de las heteroforias en Pereira. *Investig. Andina.* 2008; 16: 32-42.
12. León A, Medrano SM. Amplitud de Acomodación en la Población de Santa Fe de Bogotá D.C. *Cienc. Tecnol. Salud Vis.* 2008; 11: 5-10.
13. León A, Estrada JM, Bedoya D, Quiroz. Fiabilidad del CSV 1000 para evaluar la función de sensibilidad al contraste en infantes entre los 7 y 10 años. *Cienc. Tecnol. Salud Vis.* 2011; 9(1): 81-89.
14. León A, Estrada JM, Barbosa SM, Galindo W. Modificación de la relación acomodación por convergencia acomodativa (AC/A), en respuesta a diferentes lentes estímulo. *Cienc. Tecnol. Salud Vis.* 2010; 8(2), 19-28.
15. León Álvarez A, Estrada Álvarez JM, Medrano SM. Valores normales de la amplitud de acomodación subjetiva entre los 5 y los 19 años de edad. 2014;12(2):15. Epub 2015-01-28.
16. Scheiman, M. y Wick, B. Vision therapy procedures and instrumentation. En *Clinical management of binocular vision, heterophoric, accommodative and eye movement disorders.* Filadelfia: Lippincott Williams and Wilkins. 2002; pp. 121-212.
17. Griffin, J.R., Grisham, J.D., Ciuffreda, K.J. Binocular anomalies, diagnosis and vision therapy. St Louis Missouri: Butterworth-Heinemann Elsevier. 2002; 4.

- 18.** Leneshow (). Adequacy of simple size in health studies. John Wiley and sons. 1990.
- 19.** Adler. Fisiología del ojo - Aplicación Clínica, octava edición, editorial Panamericana. 1987. cap. 11, 315-335 pp
- 20.** Puell, M. Óptica Fisiológica, el Sistema óptico del ojo y la visión binocular. Primera edición. Madrid. Editorial Computalisen de Madrid. 2006, pg 140
- 21.** Becerra, P. Valoración de la acomodación en pacientes miopes pre y post cirugía refractiva láser técnica lasik. Universidad de la Salle. 2009, pg 13,14.
- 22.** Romero L. Comparación del Lag de acomodación medido con las técnicas de NOTT y MEM, en niños entre 6 y 12 años de edad en la clínica de optometría de la Universidad de la Salle. Bogotá 2010 Pg 18 y 19. Disponible en <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8658/T50.11%20R664c.pdf?sequence=1>
- 23.** Jiménez Rodríguez R, González Anera R, Jiménez J R. Actualización en optometría pediátrica, Función acomodativa. Gaceta óptica (407). 2006. http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta407/cientifico_2.pdf.
- 24.** Medrano, S. Métodos de diagnóstico del estado acomodativo, revista Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular. , 2008 N° 10: 87-96
- 25.** Ciuffreda, K., y Lee, M. Differential refractive susceptibility to sustained nearwork. Ophthalmic and Physiological Optics. 2002
- 26.** Cacho M., et al. Comparison between MEM and Nott dynamic retinoscopy. Optometry and Vision Science. 1999. Optom. Vis. Sci., 76, 650-655
- 27.** Cacho M., et al. Estudio de las disfunciones acomodativas y binoculares no estrabicas en la clínica optométrica diaria. Archivos Optométricos. 2002
- 28.** Kalsi, M., Heron, G., & Charman, W.N. (2001). Changes in the static accommodation response with age. Ophthalmic and Physiological Optics. 21, 77-84.

29. Abbott ML, Schmid KL, Strang NC. Differences in the accommodation stimulus response curves in adult myopes and emmetropes. *Ophthal. Physiol. Opt.* 1998.

30. Mutti D.O., Mitchell G.L., Hayes J.R., Jones L.A., Moeschberger M.L., Cotter S.A., Kleinstein R.N., Manny R.E. Twelker J.D., Zadnik K, CLEERE Study Group. Accommodative lag before and after the onset of myopia. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2006 47(3):837-846