



Universidad
Zaragoza

Trabajo Final de Grado

Influencia del trabajo en visión próxima en la aparición del exceso acomodativo y la pseudomiopía

The influence of visual near work on the development of accommodative
excess and pseudomyopia.

AUTORA

ASTRID AINHOA ALEN VAN DEN EYNDE

DIRECTORES

PILAR MATA PIÑOL

JORGE ARES GARCIA

FACULTAD DE CIENCIAS

2016-2017

Índice

JUSTIFICACIÓN	1
INTRODUCCIÓN	2
1. LA MIOPIA EN EL MUNDO	2
2. LAS DEMANDAS DE VISIÓN PRÓXIMA EN NUESTRA SOCIEDAD	2
3. LA ACOMODACIÓN.....	4
3.1. LA FISIOLÓGÍA DE LA ACOMODACIÓN	4
3.2. LA TRIADA DE CERCA.....	5
3.3. VALORES NORMALES DE ACOMODACIÓN	5
3.4. FÁRMACOS QUE AFECTAN A LA ACOMODACIÓN	5
4. LAS ANOMALÍAS ACOMODATIVAS.....	6
4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS ACOMODATIVAS	6
METODOLOGÍA.....	7
A) PRUEBAS REALIZADAS.....	8
A.1. AUTOREFRACTÓMETRO DE CAMPO ABIERTO	8
A.2. AV EN CERCA A 40 CM	8
A.3. CILINDROS CRUZADOS FUSIONADOS (CCF)	8
A.4.MEDIDA DE LA FORIA DISOCIADA HORIZONTAL MEDIANTE LA TECNICA DE VON GRAEFFE	9
A.5.AMPLITUD DE ACOMODACIÓN POR EL MÉTODO DE SHEARD	10
A.5.ESTEREOAGUDEZA CON TITMUS 40 CM.....	11
A.6. PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA (PPC) CON LUZ PUNTUAL	11
B) JUSTIFICACIÓN DEL ORDEN DE LAS PRUEBAS.....	12
C) OBJETIVO DE LA TAREA	13
D) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	13
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIÓN	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21
BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES	23
ANEXOS	24
ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO	24

ANEXO 2: DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES.....	25
ANEXO 3: VALORES MEDIOS CONCLUYENTES	26
ANEXO 3: VALORES NORMALES	27

JUSTIFICACIÓN

Se quiso demostrar que una tarea tan exigente como es el enhebrar agujas en visión de cerca, es susceptible de producir cambios en el sistema acomodativo debido a un estrés o fatiga del sistema visual y producir pseudomiopía. Para ello, se escogió una muestra de población con edades comprendidas entre 20 y 27 años.

Los objetivos son varios:

1. Ver si se modifica la amplitud de acomodación con la edad y después de realizar la actividad.
2. Comprobar si se produce cambios en el retraso acomodativo mediante los cilindros cruzados fusionados después de finalizar la tarea de enhebrar.
3. Comprobar que los valores del punto próximo de convergencia conseguidos antes de la tarea se modifica después de la prueba.
4. Comprobar si se producen un cambio queratométrico en los pacientes debido a la presión que ejercen los parpados al bajar la mirada para realizar una actividad en visión próxima.
5. Comprobar si los valores de la agudeza visual, la estereopsis y las forias sufren modificaciones después de finalizar la tarea de enhebrar.
6. Comprobar si el valor cualitativo de sexo influye en la muestra estadística.
7. Verificar que se produce un exceso acomodativo debido a la variación de las pruebas expuestas anteriormente y si esto puede derivar en una pseudomiopía.

INTRODUCCIÓN

1. LA MIOPIA EN EL MUNDO

Según la OMS en el mundo hay 153 millones de personas con discapacidad visual debido a errores de refracción no corregidos sin contar con la presbicia. Componen un 43 % de la población mundial que tiene miopía, hipermetropía y/o astigmatismo.

En algunos países asiáticos se han registrado de un 70% a 90 % de miopía, 30 % y 40 % en Europa y Estados Unidos y entre un 10 % y un 20 % en África. Por tanto en la población africana la miopía es donde menos aparece.

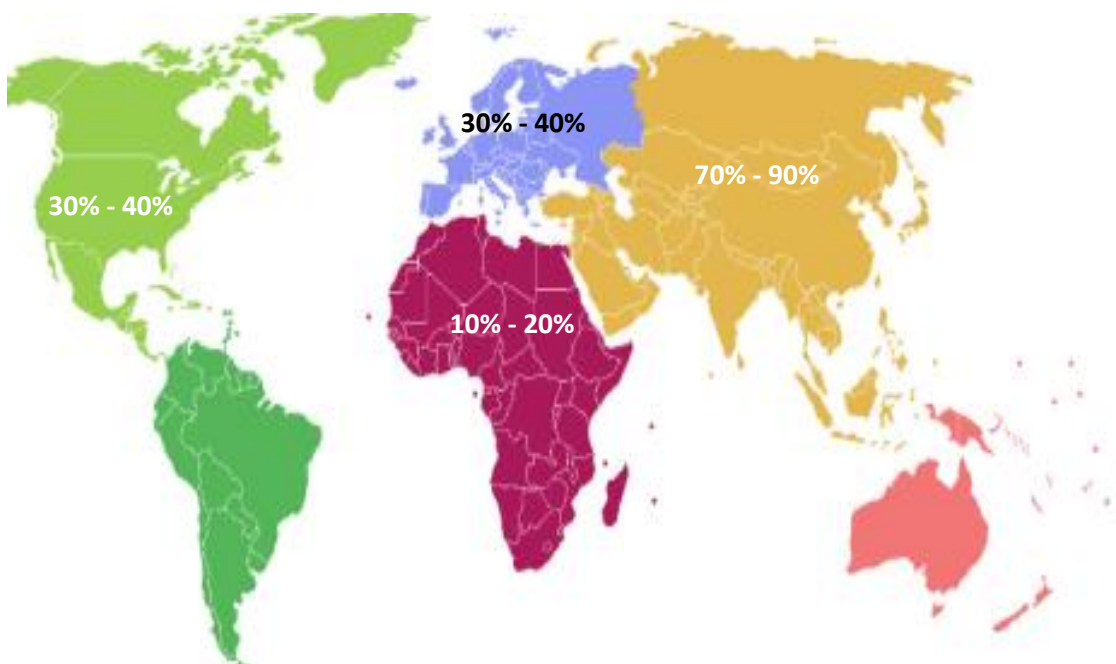


Ilustración 1: Porcentaje de personas con miopía en los diferentes continentes

A su vez existe una mayor prevalencia de miopía en mujeres que en hombres, además de personas con estudios superiores y en personas que residen en ambientes urbanos frente a rurales. [1]

2. LAS DEMANDAS DE VISIÓN PRÓXIMA EN NUESTRA SOCIEDAD

Se pensaba que la progresión de la miopía típica cesaba entre los 16 y los 18 años. Sin embargo recientes informes y experiencias clínicas, indican que la progresión de la miopía frecuentemente continúa hasta los 20 y más, sobre todo en universitarios y en aquellas personas que requieren una visión intensa en cerca.

Numerosos estudios documentan una gran incidencia de miopía y una mayor tendencia hacia la progresión de la misma asociada a una labor con predominio de trabajo en cerca (universitarios, opositores, administrativos, técnicos de laboratorio...) frente a otras ocupaciones de menor nivel educativo o que no requieren una tarea fina en cerca (agricultores, transportistas, ganaderos...).

O'Neal and Connon (1987) confirmaron la importancia de la progresión de la miopía en las fuerzas armadas del aire de U.S.A.. Entre los de 17 a 21 años aumentaban del 47.7%, 41.3%, y 74.0% inicialmente siendo ojos hipermétropes, emétropes y miopes, respectivamente. También se hicieron informes de estudiantes universitarios de derecho y optometría donde se constataba que la progresión de la miopía era de un tercio de los alumnos de estas carreras. [2]

Hoy en día, además del tiempo que dedicamos al estudio y a nuestro trabajo los cuales exigen que pasemos más horas en distancia de cerca, somos cada vez más adictos a los dispositivos electrónicos.



Ilustración 2: Tiempo de conexión diaria al móvil

Comprobamos una media de 150 veces al día el móvil, dedicándole cerca de 177 minutos por jornada y lo posee el 80 % de la población.

En España, donde el 85 % de la población utiliza a diario el móvil, el 78,8 % accede a través de internet desde el teléfono varias veces al día en momentos de descanso principalmente.

Y eso sin tener en cuenta que en nuestro país la edad de inicio de tecnologías es a los 2 a 3 años de edad (a través de los padres) como se dijo en el Informe realizado por Ditrendia en

2016 en el que se hablaba de Mobile en España y en el Mundo. [3]

Esto son ejemplos de cómo en nuestra sociedad están aumentando de manera vertiginosa las demandas de desarrollo del trabajo, el aprendizaje y el ocio en distancias muy cortas de visión. Cada vez más en países europeos se utilizan más dispositivos (ordenadores, tablets, móviles) como bien aseguró en el 2015, el instituto nacional de estadística. Éste apuntaba, que el 64,3% de la población en España, de 16 a 74 años utiliza Internet a diario y su consumo iba en

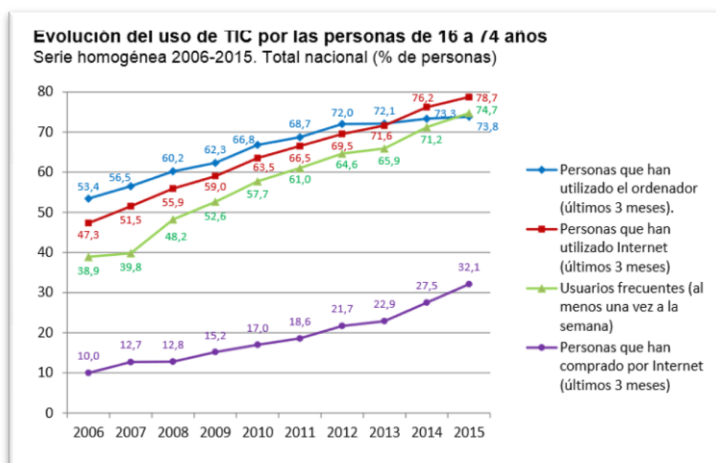


Ilustración 3: Evolución del uso del TIC por las personas de 16 a 74 años

crecimiento. [4]

3. LA ACOMODACIÓN

La acomodación es el fenómeno por el cual podemos enfocar objetos sobre la retina que se sitúan a diferentes distancias, esto se hace posible principalmente gracias al aumento de la curvatura del cristalino y su poder dióptrico.

3.1. LA FISIOLÓGÍA DE LA ACOMODACIÓN

La teoría propuesta por [1] r Helmholtz en 1855, la más extendida y aceptada, postula que en visión lejana (ojo desacomodado) el músculo ciliar está relajado y las fibras de la zónula están más tensas sosteniendo el cristalino que se encuentra en su posición más delgada y aplanada. Cuando el músculo ciliar se contrae (ojo acomodado) libera la tensión sobre las fibras zonulares. Éstas se relajan, permitiendo que la cápsula elástica del cristalino aumente la curvatura de su caras anterior y posterior, haciendo el cristalino más esférico. Disminuye su diámetro ecuatorial y al mismo tiempo aumenta su espesor o grosor central (diámetro sagital).

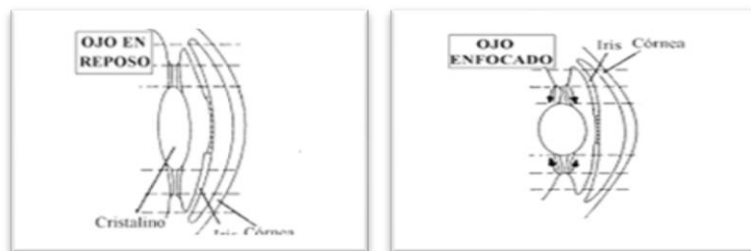


Ilustración 4: Cambios fisiológicos en el cristalino, el cuerpo ciliar y las zónulas.

El músculo ciliar o de Brücke es un músculo liso tónico que además de estar inervado por el sistema nervioso autónomo, su contracción y relajación ocurre más lentamente que el músculo esquelético debido a que la actividad ATPasa de la miosina del músculo liso es más lenta. Estas contracciones mantenidas necesitan un bajo consumo. [5]

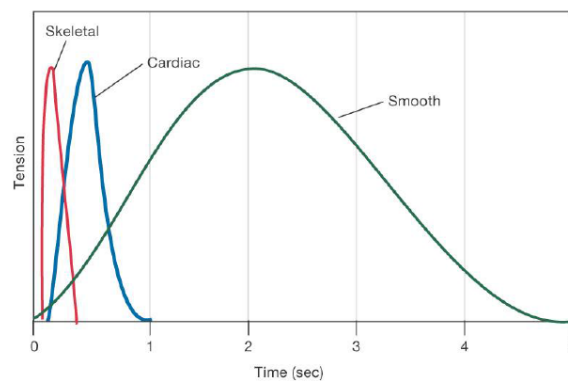


Ilustración 5: Tiempo de reacción y relajación de un músculo estriado, liso y cardíaco.

La contracción está controlada por hormonas y sustancias paracrinas, además de neurotransmisores. El músculo de Brücke según el capítulo 1 de anatomía de José Perea está inervado 30 veces más que el iris. [6]

La luz llega a la retina donde se transforma en un impulso nervioso que recorre los nervios ópticos, el quiasma, el cuerpo geniculado lateral y la corteza visual llegando así al lóbulo occipital, áreas 18 y 19.

Comienza después la vía eferente conectando el núcleo pretectal con el tracto corticotecal y de ahí, el impulso nervioso va al núcleo parasimpático de Edinger-Westphal. Las fibras preganglionares parasimpáticas que se originan en el núcleo de Edinger-Westphal, se distribuyen con el nervio motor ocular común y hacen sinapsis en el ganglio ciliar correspondiente y las fibras postganglionares que emergen de este último inervan el constrictor de la pupila y el músculo ciliar. [7]

El nervio ocular común o tercer par inerva al recto superior, recto inferior y recto medio responsables de la elevación, depresión y aducción del ojo respectivamente (como primera acción) y aducción, inciclotorsión, exciclotorsión (como segundo y tercer acción). [8]

3.2. LA TRIADA DE CERCA

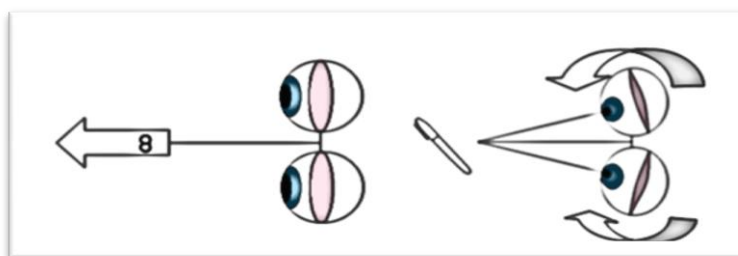


Ilustración 6: La triada de cerca

Cuando se inicia el mecanismo de la acomodación se producen 3 fenómenos de manera simultánea: acomodación, convergencia (tipo de vergencia que permite mover los dos ojos de forma coordinada hacia la nariz) y miosis, contracción de la pupila. Esta triada se debe a que la información recibida por la parte frontal de los ojos, pasa a la vía aferente que comunica con el núcleo oculomotor Edinger-Westphal. [1]

3.3. VALORES NORMALES DE ACOMODACIÓN

Al nacer, la amplitud de acomodación es máxima, ya que el cristalino es más elástico, siendo próxima a las 20,00 D y va disminuyendo con la edad por el envejecimiento del musculo ciliar y del cristalino. A la edad de 10 años es de 14,00D aproximadamente y a los 75 años es prácticamente nula. Esta disminución de la capacidad acomodativa va a justificar la aparición de la presbicia a lo largo de la 4ª década de la vida. [1]

3.4. FÁRMACOS QUE AFECTAN A LA ACOMODACIÓN

En cada Comunidad Autónoma existe un centro de farmacovigilancia, encargado de evaluar y registrar en una base de datos común, denominada FEDRA. Éste se encarga de informarnos de los efectos secundarios de los medicamentos que han sido recogidos a partir de experiencias de la población con los fármacos. [9]

Dentro de los medicamentos que se han descrito trastornos de refracción y acomodación se encuentran broncodilatadores, antihistamínicos, neurolépticos, fármacos para la incontinencia urinaria, diuréticos, antiinfecciosos, antiepilépticos, analgésicos, antidiabéticos, entre otros.



Ilustración 7: Bote de atropina

Según (FEDRA) estos son los medicamentos: metilfenidato, topiramato, mequitazina, oxcarbazepina, cefixima, telitromicina, vacuna frente al virus del papiloma humano y paliperidona.

La atropina también es un fármaco que es utilizado por los oftalmólogos para paralizar la acomodación. Es un alcaloide antimuscarínico que interacciona con los receptores muscarínicos de las células efectoras evitando la fijación del neurotransmisor, la acetilcolina, lo que atenúa las respuestas fisiológicas a los impulsos nerviosos parasimpáticos. [10] [11]

4. LAS ANOMALÍAS ACOMODATIVAS

Se han realizado varios estudios al respecto como el de Hokoda, en el cual se estudiaba a un grupo de 63 estudiantes comprendidas entre edades de 18 a 24 años pertenecientes a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (México). Obteniendo como resultado que un 70 % tenía algún problema acomodativo y un 39.68% de éstos presentaban un exceso acomodativo. [12]

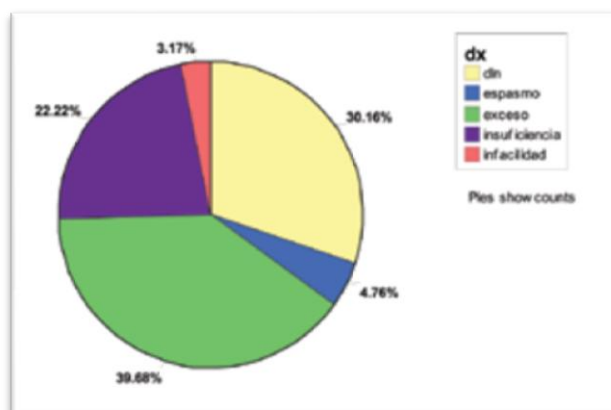


Ilustración 8: Estudio de Hokoda

Pero, ¿qué es una anomalía acomodativa? Para explicarlo, es necesario entender qué es la acomodación y cómo se produce.

Las disfunciones acomodativas se pueden definir como la presencia de una alteración total o parcial de la musculatura interna del globo ocular.

Las anomalías de acomodación puede producir fatiga ocular, sueño, dolor de cabeza, picor o escozor de ojos..., esta sintomatología se denomina astenopía la cual puede jugar un papel fundamental en el **rendimiento académico de los estudiantes y sobre todo en su eficacia lectora**. Además de éstos pueden existir síntomas muy variados como dolor ocular y periocular, enrojecimiento, diplopía o visión doble, dificultad para realizar cambios de enfoque (copiar de la pizarra al cuaderno o, viceversa), distancias incorrectas a la hora de realizar tareas de visión cercana, etc.

4.1. CLASIFICACIÓN DE LAS ANOMALÍAS ACOMODATIVAS

1. Insuficiencia acomodativa :

Es el caso donde la amplitud de acomodación es menor que el valor esperado para la edad. El paciente tiene dificultades para estimular la acomodación y, por tanto,

referirá una imagen borrosa en cerca. El tratamiento ideal es corrección del error refractivo (si lo hay), una adición en cerca y/o terapia visual.

Existen otras entidades que se pueden englobar en esta como son:

- Acomodación mal sostenida
- Acomodación desigual

2. Inflexibilidad acomodativa

Incapacidad del cristalino para realizar cambios de enfoque de lejos a cerca y viceversa de manera rápida e eficiente. La amplitud de acomodación se encuentra dentro de los valores normales. El tratamiento se basa en la terapia visual.

3. Parálisis acomodativo

Es poco común y generalmente se produce por problemas orgánicos que pueden ser diabetes, ciclopléjicos o infecciones con afectación unilateral o bilateral. En estos casos, lo aconsejable es remitir al médico para su tratamiento.

4. Exceso acomodativo :

Espasmo transitorio o temporal del músculo ciliar produciendo un déficit de la acomodación. El paciente presenta dificultad para relajar su acomodación, por lo tanto todos los test que se realicen de manera binocular y monocular con lentes positivas, se encontrarán alterados. La retinoscopía MEM (método de estimación monocular) o los cilindros cruzados fusionados (CCF) que miden el retraso acomodativo darán valores más negativos de lo normal lo que indica hiperacomodación.

Puede presentar una sintomatología variable como astenopía, visión borrosa, tensión ocular, fotofobia, dificultad para concertarse en las tareas de visión próxima. Un síntoma característico del exceso acomodativo es la disminución de la AV de lejos tras periodos de trabajo en cerca, empeoramiento al final del día, además de una refracción subjetiva más negativa que el valor encontrado en retinoscopía con una AV fluctuante. Tiene un buen pronóstico si se trabaja con un programa de terapia visual personalizado.

Si no se realiza un correcto diagnostico se prescribirá mas miopía al paciente de la que se debería.

Un buen indicador de una hipercorrección de miopía debido a un exceso acomodativo mal diagnosticado es un descenso de la refracción miópica con la aparición de la presbicia. Al haber una falta de actuación acomodativa (por la presbicia) el cristalino se relaja dejando el poder dióptrico del ojo menos negativo. [13]

METODOLOGÍA

Las medidas se realizaron en la Universidad de Zaragoza, en la Facultad de Ciencias, en los laboratorios de optometría, a estudiantes de edades comprendidas entre 20 y 27 años. Se llevaron a cabo con las mismas condiciones de iluminación, en el mismo lugar y con el mismo

material para evitar posibles errores de medida.

A) PRUEBAS REALIZADAS

A.1. AUTOREFRACTÓMETRO DE CAMPO ABIERTO

OBJETIVO: Instrumento que determina de forma objetiva el estado refractivo del paciente en visión lejana y la queratometría (medida de los radio corneales) de los tres mm centrales de la córnea.

PREPARACIÓN: El paciente realiza la prueba sin corrección.

PROCEDIMIENTO: El paciente mira a través de la ventana (distancia al infinito) y se toman 3 medidas de la refracción (Rx) y de la queratometría. El instrumento realiza una media de las 3 medidas. [1] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [13] [22] [23]

A partir de este momento se realizan el resto de las pruebas con la corrección del paciente ya sea con lentillas o gafas.

A.2. AV EN CERCA A 40 CM

OBJETIVO: Determinar la capacidad del paciente para reconocer optotipos de diferentes tamaños a una distancia de 40 cm. Esta prueba se realiza con su corrección de manera monocular con el test de Snellen.

A.3. CILINDROS CRUZADOS FUSIONADOS (CCF)

Esta prueba se puede realizar de manera monocular (medida exclusiva de la acomodación) o binocular (acomodación e interacción con el sistema vergencial). En nuestro caso se realizó de manera binocular ya que el sujeto realizó la acción requerida (enhebrar agujas durante un tiempo determinado) de manera binocular.

OBJETIVO: Determinar subjetivamente la respuesta acomodativa. También permite conocer el grado de aceptación de positivos para una prescripción en visión próxima (VP) o calcular la adición en un presbita.(10)

Respuesta acomodativa: Al observar un objeto a una distancia inferior al infinito, la cantidad de acomodación que se pone en juego (respuesta acomodativa, RA), suele ser inferior al estímulo acomodativo (+0,50; +0,75D). El objeto se enfoca con nitidez gracias a la profundidad de foco.

Posibles respuestas:

- Retraso acomodativo o lag de acomodación: menor respuesta en relación al estímulo (lo normal). Respuesta con lentes positivas.
- Exceso acomodativo o lead de acomodación: mayor respuesta en relación al estímulo. Respuesta con lentes negativas o plano. (1)

PREPARACIÓN

- Paciente sentado en el sillón de refracción con el foróptero ajustado a su altura y con su refracción habitual.
- Ajustar la distancia interpupilar (DIP) correspondiente a 40cm binocularmente.
- Colocar el test reticular en la varilla a 40cm.
- Colocar los cilindros cruzados fijos de $\pm 0,50$ con el eje del cilindro negativo a 90° . De manera que provoca un conoide de Sturm de 1.00D, la focal vertical se desplaza hacia atrás (cilindro negativo a 90°) y la horizontal se desplaza hacia delante (cilindro positivo).
- Colocar una lente de +3,00, el conoide se desplazará situándose por delante de la retina y la focal horizontal estará 1.00D más lejos de la retina que la vertical. El sujeto referirá que las líneas verticales se ven más nítidas que las horizontales (no avisar al paciente de este fenómeno).
- Reducir rápidamente el positivo ya que al trabajar con pacientes no presbítas, la imagen será muy borrosa. El conoide se irá acercando a la retina.
- En el momento en el que el círculo de menor confusión se sitúe en la retina, el sujeto identificará las líneas igual de nítidas.
- Si no es así, se anotará la lente que proporcione primera igualdad.

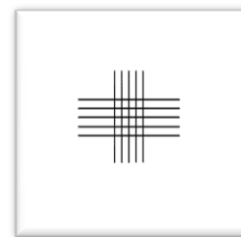


Ilustración 9:
 Test de
 cilindros
 cruzados

PROCEDIMIENTO

- 1.- Preguntar al paciente qué líneas aparecen más oscuras, las verticales o las horizontales.
- 2.- Si ve las líneas horizontales más negras, tendremos un retraso acomodativo (lag), añadiremos lentes positivas hasta conseguir igualdad. En caso de que vea las líneas verticales más negras, será indicativo de hiperacomodación o lead, se añadirán lentes negativas hasta conseguir igualdad.
- 3.- Anotar la lente que proporciona la primera igualdad. [1] [13] [14] [15] [16] [17]

[18] [19] [20] [21] [22] [23]

A.4.MEDIDA DE LA FORIA DISOCIADA HORIZONTAL MEDIANTE LA TECNICA DE VON GRAEFFE

OBJETIVO: Determinar la potencia prismática que compensa la desviación horizontal de los ejes visuales en estado disociado desde el punto de vista del sujeto (método subjetivo).

En nuestro caso, hemos medido la foria disociada en VP con el optotipo situado a 40 cm.

PREPARACIÓN

- Foróptero con la barra para sostener el optotipo en VP
- DIP ajustada para VP

- Iluminación moderada ambiente y optotipo bien iluminado en VP.
- Con los dos ojos ocluidos, colocar los prismas de Risley (diasporámetro). Delante del OD un prisma de **12 Δ base nasal** y delante del OI un prisma de **6 Δ base superior**. El prisma de 12Δ Base nasal será el medidor y el de 6Δ base superior el disociador.
- Posicionar a 40 cm el test de líneas verticales una línea menor a su AV. De manera que el paciente percibe dos líneas: uno arriba a la derecha y otro abajo a la izquierda.

PROCEDIMIENTO

- Desocluid ambos ojos.
- Ir reduciendo la cantidad de prisma BN hasta que el paciente refiera alineamiento de ambas líneas, anotar mentalmente la cantidad; pasarnos e ir volviendo de nuevo hasta alineamiento. Realizar media de las dos medias. El valor obtenido será la medida de la foria. Se tendrá en cuenta el criterio de signos; BT valor positivo, BN valor negativo. [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [1] [20] [21] [22] [23]

A.5.AMPLITUD DE ACOMODACIÓN POR EL MÉTODO DE SHEARD

OBJETIVO: Determinar la máxima capacidad acomodativa del sistema visual mediante la adición de lentes negativas de manera monocular.

PREPARACIÓN

1. Foróptero, barra para colocar test de lectura, DIP para VP.
2. El test se sitúa a 40 cm del paciente
3. El sujeto debe estar usando su compensación refractiva habitual para visión lejana.
4. Iluminación ambiente normal optotipo bien iluminado.
5. Conocer o medir la AV máxima para cerca del ojo examinado.

PROCEDIMIENTO

1. Ocluir el ojo que no va a ser examinado.
2. Indicar al paciente que mire **una línea de AV ligeramente inferior** (letras más grandes) **a su máxima AV** y mantenga las letras nítidas.
3. Añadir lentes negativas en pasos de 0.25 D con un intervalo de unos 5 segundos, dando tiempo al paciente para enfocar. Indicar al paciente que avise cuando no sea capaz de enfocar las letras de manera mantenida.

Anotar el valor absoluto de la potencia negativa máxima (AA) para la que el paciente pueda enfocar el test.

4. Añadir 1 dioptría en lentes negativas e ir quitando potencia negativa a pasos de 0.25. Se indica al paciente que avise cuando sea capaz de enfocar las letras. Se anota

de nuevo el valor absoluto de la potencia negativa (AR) para la que el paciente vuelva a ver nítido.

5. La AA se calcula sumando AA +2.50 D, siendo 2.50 D la demanda de acomodación que se crea al situar un optotipo a 40cm.

6. Repetir el procedimiento con el otro ojo.

A.5. ESTEREOAGUDEZA CON TITMUS 40 CM

OBJECTIVO: Prueba subjetiva que valora la estereópsis o visión estereoscópica (3D) para la visión cercana a 40 cm.

PREPARACION

- Sujeto-sentado en el sillón de refracción.
- Test polarizado situado a 40 cm del paciente
- Optotipo bien iluminado.
- Iluminación ambiente normal.
- Gafas polarizadas.(10)



Ilustración 10: Test de Titmus

PROCEDIMIENTO

Se le pide al paciente que intente visualizar cuál de los círculos flota o tiene relieve (estereópsis) para cada grupo de círculos. Se paraliza la prueba cuando no se ve ningún círculo flotar. Anotar la medida del último que vio flotar.

La cuantificación de la estereoagudeza proporciona una medida de la fusión sensorial en sujetos con ejes visuales paralelos o desviaciones muy pequeñas. Los test de estereópsis presentan una imagen similar para cada ojo pero desplazadas levemente de manera que estimulan puntos no correspondientes en retina. La cantidad de separación horizontal entre las dos imágenes es medida en segundos de arco. El ángulo más pequeño de disparidad en las imágenes que produce una percepción estereoscópica es la estereoagudeza. Una disparidad entre 40 y 50 segundos de arco indican fijación bifoveal o central, mientras que los valores entre 80 y 3.000 segundos presenta fusión estereoscópica deficiente. [1] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [1] [20] [21] [22] [23]

A.6. PUNTO PRÓXIMO DE CONVERGENCIA (PPC) CON LUZ PUNTUAL

OBJETIVO Medir la capacidad de convergencia total (proximal + acomodativa + fusional + tónica) que es capaz de efectuar el sujeto para mantener la fusión.

PREPARACIÓN

1. Iluminación normal.
2. El paciente lleva su corrección habitual de cerca.
3. El examinador sujeta el punto de fijación (linterna, puntero o tarjeta acomodativa). En nuestro estudio se utilizó una luz puntual (estímulo no acomodativo).

PROCEDIMIENTO

1.- Pedimos al paciente que mire la linterna y que diga cuántas luces ve. Si ve doble, aumentamos la distancia hasta que vea sólo una como punto de comienzo de la prueba.

2.- Acercamos la linterna hacia el paciente observando la posición de los ojos, hasta que:

El sujeto indique que ve doble o veamos que un ojo pierde la fijación. Este es el **punto de rotura** (nos fijamos en la distancia y continuamos con el test).

NOTA 1: Si un ojo se desvía sin que el paciente experimente diplopia, es que está suprimiendo ese ojo.

3.- Acercamos un poco la linterna y comenzamos a alejarla después. El **punto de recobro** lo obtendremos cuando el paciente indique que ve una imagen o ambos ojos vuelvan a fijar el objeto.

NOTA 2: Si un ojo se mantiene desviado es que está suprimiendo ese ojo.

4.- Anotamos las distancias de los puntos de ruptura y recobro, el ojo que se desvía y el estímulo utilizado.

NOTA 3: Si el valor sale anormalmente alto podemos emplear un filtro rojo en uno de los ojos para que el paciente interprete mejor la diplopía o la supresión. [1] [14] [16] [17] [18] [19] [1] [20] [21] [13] [22]

B) JUSTIFICACIÓN DEL ORDEN DE LAS PRUEBAS

Las pruebas siguieron este mismo orden con el fin de evitar que una prueba falsease la medida de la posterior.

Dos ejemplos muy claros son: la AA por el método de Sheard debe realizarse anteriormente a la medida del retraso acomodativo porque si se activa la acomodación demasiado, puede influir en la medida del retraso acomodativo retrasando o anticipando la respuesta.

La medida del PPC se tomó en último lugar ya que el deslumbramiento de la luz puntual y la estimulación de la convergencia podrían alterar el resto de las pruebas.

Esta batería de pruebas fue realizada a cada uno de los pacientes antes y después de la actividad (enhebrar agujas durante un periodo de tiempo). En ambos casos seguimos el mismo protocolo con el fin de conseguir unos resultados más fiables sin dejar tiempo de descanso.

El protocolo se realizó de la siguiente manera:

1. Realización de la batería de pruebas.
2. Realización de la tarea.
3. Repetición de la batería de pruebas.

Hay que tener en cuenta también la capacidad de aprendizaje de los pacientes a la hora de realizar las primeras pruebas respecto a las segundas, en algunos casos se observó que mejoraban los resultados del PPC o la capacidad de memorizar el resultado de la prueba de estereópsis.

C) OBJETIVO DE LA TAREA

Los pacientes tenían que enhebrar tantas veces como podían un hilo durante 10 minutos con las mismas condiciones de iluminación que se realizaban las pruebas. El objetivo de esta tarea era que el paciente trabajara con su acomodación al límite durante un periodo prolongado de tiempo para así comprobar el porcentaje de excesos acomodativos que se producen en una población joven al realizar tareas prolongadas en VP.

Cada vez que se tenía que enhebrar de nuevo la aguja, no se cortó el hilo con tijera para aumentar la dificultad, el estrés y la concentración.

La aguja presentaba las siguientes dimensiones:

Grosor 1 mm

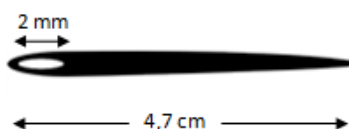


Ilustración 11: Parámetros de la aguja

El hilo era de 0,33 mm de grosor

D) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estrábicos y/o amblíopes.
- Sometidos a cirugía o con patología ocular
- AV VP (40 cm) cc $\leq 0,8$

Una de las causas por las que se excluyeron a las personas estrábicas o con alguna patología o cirugía es que, tal como se pudo comprobar en la actividad, no daban valores que estaban dentro de la normalidad. Todas nuestras pruebas eran en VP (40 cm) por lo tanto, si no conseguían más de 0,8 Snellen de AV con corrección dejaban de tener sentido para esta actividad.

RESULTADOS

Se evaluaron a 39 personas de los cuales 26 eran mujeres [66,66 %] y 13 hombres [33%] comprendidos entre los 20 y los 27 años, siendo la media de la edad 23 años.

En primer lugar, transformé la miopía y el astigmatismo en la nomenclatura J0, J45 y M con las siguientes fórmulas:

$$M = esf + \frac{cil}{2}$$

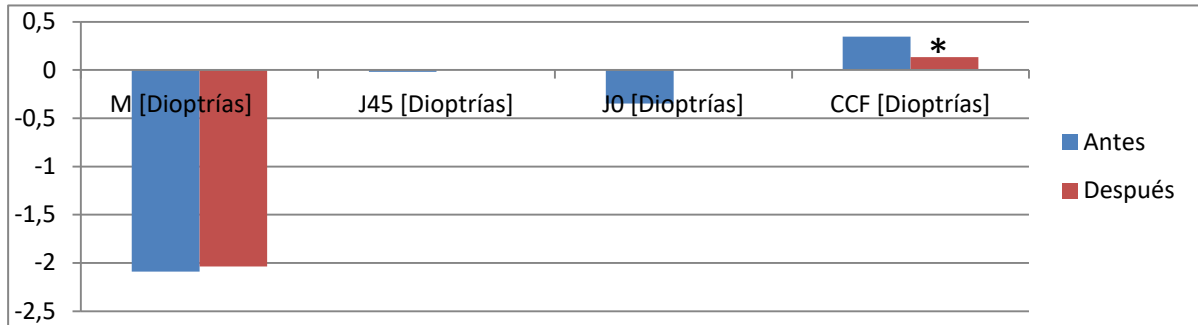
$$J45 = \frac{-cil}{2} \sin(2\alpha)$$

$$J0 = \frac{-cil}{2} \cos(2\alpha)$$

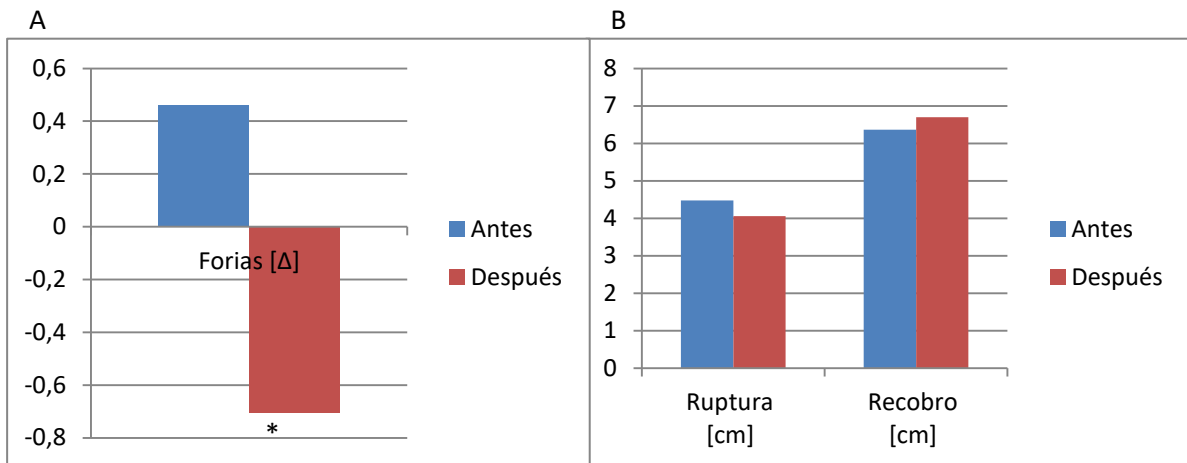
Donde α es siempre en radianes.

Se realizó una estadística descriptiva (ANEXO 2) de todas las medidas y se comprobó que la agudeza visual a 40 cm y la estereopsis no sufren prácticamente modificaciones.

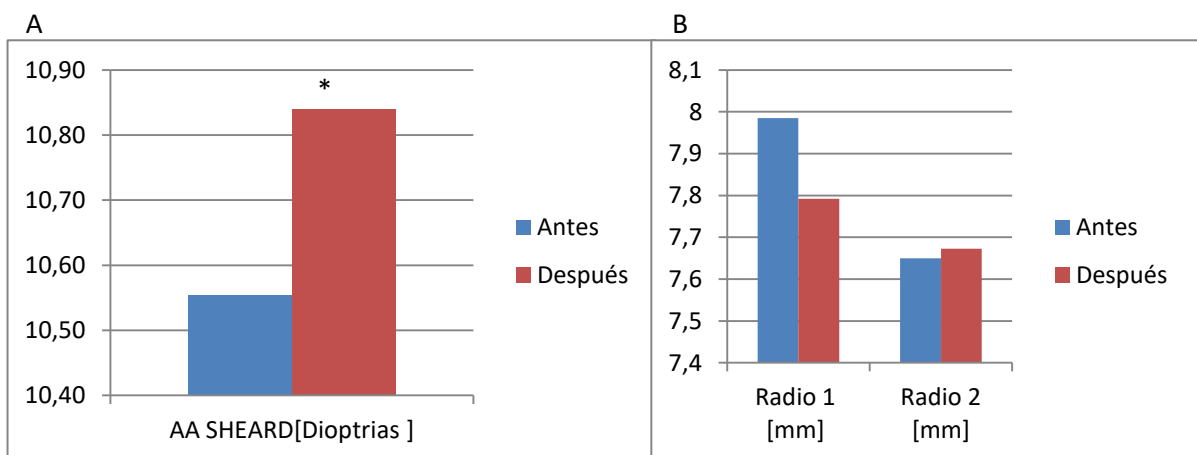
Gráficas de cambios de las medias de las variables que modifican:



[Imagen 1] Valores de esfera y cilindro; Retraso acomodativo (CCF) (D)



[Imagen 2] (A) Valores de forias (Δ); (B) PPC valores de ruptura y recobro (cm)



[Imagen 3] (A) Valores de Amplitud de acomodación por Sheard (D.); (B) Valores de radios medios (mm)

En segundo lugar se calculó con R-Commander la diferencia entre los datos tomados después y antes de enhebrar de cada una de las magnitudes.

Se evaluaron estadísticamente todos los resultados con R-Commander de las diferentes variables: amplitud de acomodación, la CCF, la miopía y el astigmatismo (descompuesto en 3 parámetros gracias al lenguaje J0, J45, M), el recobro, la ruptura, los radios medios y por último las forias.

En tercer lugar con esa diferencia hice un test de normalidad, el de Shapiro Wilk, para saber si los datos de cada magnitud seguían una tendencia gaussiana. (Podría haberme saltado este paso ya que con más de 30 pacientes se acepta que va a tener esta tendencia con un ligero error). Pero los datos no seguían una distribución normal, es decir, el p-valor es menor de 0,05, como se puede comprobar en la siguiente tabla, por tanto, hay evidencia que se rechaza la hipótesis que los datos siguen una distribución normal.

Pruebas	P-Value
DiffM	$2,2 \cdot 10^{-16}$
DiffJ45	$1,9935 \cdot 10^{-6}$
DiffJ0	0,04677
DiffRadio	0,02125
DiffAV a 40 cm	-----
DiffCCF	0,002155
DiffForias	$6,513 \cdot 10^{-7}$
DiffAA SHEARD	0,01005
DiffEstereopsis	-----
DiffRuptura	$6,503 \cdot 10^{-8}$
DiffRecobro	$2,438 \cdot 10^{-5}$
Diffrecobroruptura1	$7,874 \cdot 10^{-10}$
Diffrecobroruptura2	$1,434 \cdot 10^{-12}$

[Tabla 1]: P-valor de los resultados de las diferencias de las variables para saber si tenían una tendencia gaussiana.

Por lo que en el siguiente paso había que realizar el test de Wilcoxon para dos muestras pareadas. Elegí este test porque quería comparar los datos tomados antes y después de enhebrar 10 minutos la aguja. Los datos tenían relación entre sí y quería averiguar si los valores habían aumentado, disminuido o si no cambiaban.

Los resultados fueron los siguientes:

1. **Para la AA SHEARD** obtenemos un P-value = $0,00415 < 0,05$, por lo que existe evidencia de que la amplitud de acomodación después de enhebrar aumenta, con una mediana +0,25 D. (Anexo 3)
2. **Para la CCF** obtenemos un P-value = $0,02155 < 0,05$, entonces hay evidencia de que los cilindros cruzados después de enhebrar disminuyen. La mediana de la diferencia entre esos valores es de -0,25D. (Anexo 3)

3. **En las forias para unilateral izquierdo obtenemos un** $P\text{-value}=3,902 \cdot 10^{-6} < 0,005$, entonces hay evidencia que las forias se vuelven más endo, valor más negativo, la mediana de la diferencia entre esos valores es de -0,50 D. (Anexo 3)
4. La **miopía** dividida en tres parámetros, su P-valor es mayor a 0,05: J0, J45, M; por lo que se deduce que las J0, J45 y la M no hay evidencias que sean diferentes sus valores. La M tiene $P\text{-value} = 0,179$, J0 tiene $P\text{-value} = 0,1416$, J45 tiene $P\text{-value} = 0,3427$
5. **Los radios medios** no dan evidencia de que el radio queratómétrico cambia después de enhebrar aguja al ser mayor el p-valor de 0,05 ($P\text{-valor} = 0,3189$)
6. **La ruptura** ($P\text{-value} = 0,5935$) y **el recobro** ($P\text{-value} = 0,1971$) no dan evidencia de cambia al terminar la tarea ya que el P-valor es mayor a 0,05.
7. **Para la diferencia entre ruptura y recobro** obtenemos un $P\text{-value} = 0,08009 > 0,05$, por lo que no existe evidencia de que después de enhebrar aumenta esa diferencia.

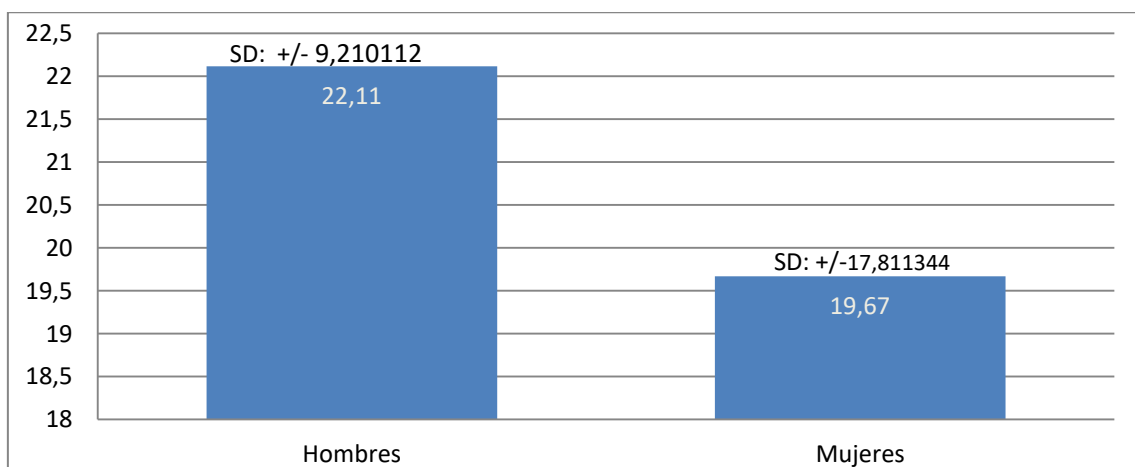
También se quiso comprobar si el número de agujas enhebradas estaba relacionado con estos tres parámetros. Se realizó mediante el test de regresión lineal y se obtuvieron los siguientes parámetros:

	R-cuadrado
CCF	0,04834
Forias	0,01446
AA SHEARD	0,003416

[Tabla 2]: Valores de R-Cuadrado de CCF, Forias y Amplitud de Acomodación.

Por lo tanto no existe una relación lineal ya que no está el valor de R-cuadrado en torno a 1 pero podría existir de otro tipo como logarítmicas, exponencial...

Lo que sí que es un dato a destacar es que los hombres obtienen una media mayor al enhebrar agujas y existe una menor variabilidad respecto a las mujeres como se puede observar en la ilustración:



[Imagen 4]: Media de nº de veces que enhebraron hombres y mujeres y su desviación estándar (SD)

DISCUSIÓN

Los datos que han salido concluyentes gozan, a su vez, de sintonía. El sistema visual de una persona puede que esté a la hora de realizar las primeras pruebas más relajado, hipoacomodando, y es posible que esté más estresado después de enhebrar, como hemos podido comprobar: el cristalino hiperacomoda (Lag más negativo).

Digamos que son factores que se retroalimentan: uno no puede estar sin el otro y uno afecta al otro. Tal como se ha explicado en la introducción, la acción del sistema acomodativo y vergencial siempre es conjunta gracias a la inervación del tercer par junto con el sistema parasimpático.

Aunque había cambios visibles en **la descriptiva** [Imagen 1], [Imagen 2], [Imagen 3], [Anexo 2: Tabla 3] del valor de la esfera de refracción, así como los valores de recobro y ruptura del punto próximo de convergencia, la medida de los radios queratométricos, no han manifestado cambios, estadísticamente hablando. **En la estadística estos cambios sólo se apreciaban en los valores de la amplitud de acomodación** ($P\text{-value} = 0,00415 < 0,05$), **de las forias** ($P\text{-value} = 3,902 \cdot 10^{-6} < 0,005$) **y de los cilindros cruzados fusionados** ($P\text{-value} = 0,02155 < 0,05$).

La agudeza visual y la estereopsis en ninguno de los dos casos presentaban modificaciones apreciables.

Mi hipótesis es que si se mantuviese más tiempo (más de diez minutos) esta actividad podrían generarse cambios en estas variables. Considero interesante el estudio posterior de estas variables realizando una tarea prolongada para comprobar mi hipótesis

Como se muestra en la descriptiva [Anexo 2: Tabla 3], la amplitud de acomodación media varía $+0,286 \approx +0,25$ D (mayor amplitud), las forias medias varían $-0,2436 \approx -0,25$ Δ (más endo) y por último, el retraso acomodativo medido por CCF, varía $-0,2116$ D (menor retraso acomodativo, es menos positivo).

El cambio entre los valores medios estadísticos de los cilindros cruzados fusionados, amplitud de acomodación por el método de Sheard y las forias, son clínicamente significativos en optometría ya son de valor absoluto de 0,50 y de 0,25. [Anexo 3: Tabla 5]

En contraste con nuestro estudio, no se ha encontrado un cambio en la esfera de refracción hacia valores más negativos estadísticamente hablando. La miopía aumentaría debido al estrés visual. [24] Éste suele generar una pseudomiopía en la población que pasa mucho tiempo realizando tareas en visión de cerca ya sea estudiando como es el caso de nuestros pacientes, en los momentos de ocio o trabajando. La [Imagen 1] muestra la descriptiva que sí nos da información acerca del cambio en el tiempo, sobre todo el valor de la diferencia media de la esfera ($+0,28$ D) y J0 ($+0,34351$ D) que parece que se vuelven más positivas. [25]

Aunque el punto próximo de convergencia mostró evidencias de que sí sufría modificaciones apreciables [Imagen 2] ya que la diferencia entre el antes y el después de sus medias era de $-0,41$ cm para la ruptura y $+0,329$ cm, estadísticamente hablando no es el caso. Esto es porque si se diese la situación que empeorara después de los 10 minutos, se compensaría con el proceso de aprendizaje.

También se sabe que la ruptura y el recobro tienen en que ir en sintonía y lo correcto sería que antes y después hubiese habido una diferencia constante entre ellos. En la descriptiva se aprecia un aumento de la distancia en la media de ambos (el antes: +1,951 cm y el después: +2,637 cm) siendo este hecho no estadísticamente comprobable ($P\text{-value} = 0,08009 > 0,05$).

Este mismo fenómeno es aplicable también a la estereopsis, posiblemente los sujetos recordasen las respuestas correctas del test. Hay que recordar que un porcentaje elevado de los pacientes, eran estudiantes del Grado de Óptica y Optometría y tienen experiencia previa en este tipo de tests.

Atendiendo a la media de los radios queratométricos esperábamos haber encontrado un aumento del valor de la misma por una sobreacción de los párpados sobre la córnea como se constata en el estudio propuesto por T. Buehren et al en 2003, el cual postula que por la presión ejercida de los párpados, disminuye la curvatura de la córnea así como su potencia, en nuestro estudio no hemos encontrado evidencia de tal hecho y pensamos que puede ser debido a la duración de la tarea (10 minutos). [26] [Imagen 3]

Tal y como se pudo comprobar a en la [Imagen 4] los hombres, al tomarse la acción de enhebrar las agujas como un reto, prestaron más atención a la hora de realizar la actividad, haciendo así que hubiese menor variabilidad (los hombres con un SD: $\pm 9,210112$ frente a la SD: $\pm 17,811344$ de las mujeres). También como pude comprobar la mayoría de los varones intentaban encontrar una técnica automática que les resultase más cómoda y eficiente frente a muchas mujeres.

Las limitaciones del estudio son varias:

1. El poco tiempo de realización de la prueba entre las medidas:

Solo fueron 10 minutos de enhebrar para poder realizar la prueba a un mayor número de personas. Como he reiterado ya en otras ocasiones, esto ha sido una de las grandes limitaciones, ya que no da la oportunidad de que el sistema visual sufra un estrés prolongado y que la persona desarrolle una pseudomiopía.

2. La miopía instrumental inducida por el foróptero pudiendo alterar las medidas de las Forias y de Cilindros Fusionados Cruzados:

Como bien sabemos una de las desventajas del foróptero es la aparición de la miopía instrumental. Podría haber sido más adecuado realizar el Cover test y el MEM. Aunque podemos tomar como válidas estas pruebas ya que la miopía instrumental que se induce es la misma antes que después.

3. La heterogeneidad del estudio :

Aunque eran todos estudiantes, había un rango de edad de 7 años de diferencia, esto afectaba a la capacidad de acomodación, que era menor conforme nos alejábamos de los 20 años. Otro dato negativo es que la mayoría pertenecían al Grado de Óptica y Optometría (3º y 4º curso) y conocían ya las pruebas optométricas. Los demás pertenecían a otras carreras como ingenierías, historia del arte, medicina o economía, no estaban familiarizados con estas pruebas, y costó que las comprendieran.

4. El control de la refracción en los pacientes:

Se debe tener en cuenta que desconocemos si los sujetos que se prestaron a realizar este estudio y llevaban compensación óptica, ya fuera con lentes de contacto o gafas, iban bien corregidos. En el caso de que fueran hipermétropes y estuvieran hipocorregidos tendrían mayor Lag de acomodación y en el caso de miopes hipocorregidos presentarían un mayor lead. [27]

¿Cómo podemos evitar este deterioro de nuestro sistema visual? Mediante terapia visual activa, pasiva y sobre todo prevenirlo y mantenerlo con una buena higiene visual.

Con la Terapia Visual activa se ataca la raíz del problema mediante unos “juegos” o actividades regulares donde la persona es consciente de sus carencias y aprende a corregirlos. Se intenta que la persona normalice sus valores de amplitud de acomodación, Lag de acomodación, flexibilidad, PPC, relación acomodación/convergencia (AC/A), estereopsis y, si tiene forias altas también se intenta que estas vayan en sintonía con las vergencias fusionales.

Esto se consigue mediante un proceso en el que en primer lugar se realiza la terapia de manera monocular, biocular y posteriormente binocular o de integración. En el caso que os ocupa, tendrá más importancia la fase monocular al tratarse de un exceso acomodativo.

La terapia pasiva consiste en poner una adición para cerca una vez que acepta los positivos con la terapia activa.

Por último están los consejos de higiene visual, que consisten en mejorar las condiciones ergonómicas y ambientales. Algunas de estas son:

- **Posición de trabajo cómoda:**
Afecta a la silla, la mesa y la postura de trabajo principalmente. (Ergonomía)
- **Iluminación**
La habitación tiene que estar uniformemente iluminada. En el caso de utilizar una luz adicional, tipo flexo, ésta se situará a la izquierda en personas diestras y viceversa.
- **Distancia de trabajo**
Es importante mantener una distancia de trabajo adecuada. Para calcularla, Harmon propuso que la distancia ideal para cada persona es igual a la distancia entre el codo y la primera falange del dedo anular (que curiosamente suele coincidir aproximadamente con la talla de calzado en centímetros). Independientemente de los postulados de Harmon la distancia de trabajo no puede ser excesivamente reducida para evitar una elevada demanda acomodativa y de convergencia que puede llegar a ocasionar sintomatología.
- **Periodos de descanso**
Se deben evitar los periodos de trabajo en cerca excesivamente prolongados. Una guía puede ser realizar descansos periódicos cada hora de lectura levantando la mirada o mirando a través de una ventana durante unos minutos. [1]
Esto funciona muy bien para evitar el Síndrome Visual Informático que se puede recrear en una norma impulsada por el COOOC: Col·legi Oficial d'Òptics i Optometristes de Catalunya en el 2014 mediante la regla 20/20/20: cada 20

minutos ante una pantalla, se tiene que descansar 20 segundos mirando a 20 pies (unos 6 metros). [28]

CONCLUSIÓN

Estudiados los datos obtenidos en nuestro estudio, podemos deducir que la medida de los valores de Amplitud Acomodación, el *LEAD* (sobre-acomodación) generado y la foria varían después del estrés o la fatiga producida tras enhebrar diez minutos. Este esfuerzo puede producir un exceso acomodativo a largo plazo pudiendo derivar en una pseudomiopía si se mantiene en el tiempo.

La población joven en general y en concreto los estudiantes, emplean la mayor parte de su tiempo con los dispositivos electrónicos bien sea por ocio o trabajo (lectura, móvil, ordenador...) aumentando el riesgo de desarrollar excesos acomodativos y falsas miopías como se ha descrito en la introducción, suponiendo un problema a largo plazo si no se detecta a tiempo. Nuestra labor como optometristas es prevenir este problema con un estudio optométrico riguroso y completo realizando las medidas del estado refractivo mediante la retinoscopia y un correcto subjetivo con el fin de relajar la acomodación al máximo para evitar hiper corregir los valores de miopía.

Los hombres, de media, son capaces de enhebrar más agujas que las mujeres y éstas presentan una mayor variabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Martín Herranz y G. Vecilla Antolínez, Manual de Optometría, Editorial médica panamericana, 2010.
- [2] M. Birnbaum, «Optometric magement of nearpoint vision disorders,» 2 ed., Butterworth-Heinemann, 1992, p. 179–82.
- [3] Ditrendia, « Informe Mobile en España y en el Mundo 2016.,» 2016.
- [4] Instituto Nacional de Estadística, «Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información Comunicación en los Hogares,» 1 de octubre de 2015.
- [5] D. B. B. Fernández, «Fisiología. Bloque 1. Introducción. Tema 5. El músculo.,» Departamento de fisiología. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia.
- [6] J. Perea Garcia, Estrabismos, Toledo, 2008.
- [7] GUYTON, Tratado de Fisisología Médica, 12 ed., S.A. ELSEVIER ESPAÑA, 2011.
- [8] «Craneales DELOSP. Sistema nervioso: Exploración física de los pares craneales 15. Propedéutica clínica y semiología médica,» p. 181–215..
- [9] Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, , Gobierno de España, [En línea]. Available: <https://www.aemps.gob.es/vigilancia/medicamentosUsoHumano/SEFV-H/home.htm>. [Último acceso: Junio 2017].
- [10] C. Esteban Calvo, A. Gil López-Oliva. y C. Ibañez Ruiz, «Reacciones adversas a los medicamentos,» *Boletín Informativo del centro de farmacovigilancia de la comunidad de Madrid*, vol. 21, nº 3, 2014.
- [11] Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría., «Pediamecum,» 2015. [En línea]. Available: <http://pediamecum.es/wp-content/farmacos/Atropina.pdf>. [Último acceso: Junio 2017].
- [12] A. G. González Santis y M. Yadira Ra, «Frecuencia de problemas acomodativos en estudiantes de 18-24 años de edad en la UAA,» *Imagen óptica: periodismo con visión*, Marz.- Abril 2008.
- [13] M. Scheiman, Clinical management of binocular vision; heterophoric, accommodative, and eye movement disorders., Philadelphia: Lippincott Williams, 2008.
- [14] W. Benjamin, Borish's clinical refraction, Butterworth-Heinemann-Elsevier, 2006, p. 1712.

- [15] S. Cotter, Prismas ópticos. Aplicaciones clinicas Mosby., 1996.
- [16] B. J. Evans, Pickwell's binocular vision anomalies : investigation and treatment, London : 4th ed. Butterworths, 2005.
- [17] W. Furlan, J. Garcia Monreal y L. Muñoz, Laboratorio de optometría: refracción ocular., Valencia: Universitat de Valencia: 2ª ed., 2009.
- [18] C. L. S. S. [traducción y T. Grosvenor, Optometría de atención primaria, Barcelona: Masson, 2005.
- [19] J. J. Kanski, Oftalmología clínica, Amsterdam, Barcelona, Madrid: Elsevier, 2009.
- [20] R. Montés-Micó, Optometría : Principios básicos y aplicación clínica, Barcelona: Elsevier, 2011.
- [21] M. B. Garcia, Optometría: manual de exámenes clínicos, Barcelona: 3ª ed., 1999.
- [22] Wright, KW; Spiegel, PH., Oftalmología pediátrica y estrabismo, Harcourt, 2001.
- [23] B. Antona, Procedimientos clínicos para la evaluación de visión binocular., netbiblo, 2009.
- [24] R. Chakraborty, S. A. Read y M. J. Col, «Monocular myopic defocus and daily changes in axial length and choroidal,» Elsevier, Queensland (Australia), 2012.
- [25] S. G. Perez, «TFG: Hábitos conductuales asociados a la miopía simple,» Universidad de Terrassa , 2013.
- [26] T. Buehren, M. J. Collins y L. G. Carney, «Near work induced wavefront aberrations in myopia,» ELSEVIER, Australia, 2003.
- [27] P. S. Calvo, «Optometría II tema 3,» Universidad de Murcia, Murcia.
- [28] Entrevista a Jordi Castellví, «Una herramienta para reducir las molestias del Síndrome Visual Informático (SVI),» *OKVision*, nº 9, 2016.

BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES

- [Ilustración 1] Elaboración propia utilizando <http://www.gifex.com/fullsize/2009-11-06-10860/Mapa-de-los-continentes.html>
- [Ilustración 2] Ditrendia, « Informe Mobile en España y en el Mundo 2016.,» 2016.
- [Ilustración 3] Instituto Nacional de Estadística , «Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información Comunicación en los Hogares,» 1 de octubre de 2015.
- [Ilustración 4] <http://www.uco.es/saguera/tema4.html>
- [Ilustración 5] P. Dra. Bárbara Bonacasa Fernández, «FISIOLOGÍA HUMANA. BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN. Tema 5. El músculo.,» Departamento de fisiología. Facultad de Medicina. Universidad de Murcia.
- [Ilustración 6] Elaboración propia
- [Ilustración 7] <http://www.doctoralia.com.mx/medicamento/atro+ofteno+1->
- [Ilustración 8] M. Y. R. P. N. F. R. R. Ada Guadalupe González Santis, «Frecuencia de problemas acomodativos en estudiantes de 18-24 años de edad en la UAA,» *Imagen óptica: periodismo con visión* , Marz.- Abril 2008.
- [Ilustración 9] http://optometrianobrasil.blogspot.com.es/2014_02_01_archive.html
- [Ilustración 10] M. Scheiman, Clinical management of binocular vision; heterophoric, accommodative, and eye movement disorders., Philadelphia : Lippincott Williams, 2008.
- [Ilustración 11] http://www.eyesfirst.eu/titmus-test-fliege.html?_store=en&_from_store=de
- [Ilustración 12] Elaboración propia

ANEXOS

ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,....., con
DNI....., en calidad de paciente objeto del trabajo de fin de
grado de Astrid Alen Van Den Eynde con DNI 72801971W, concedo permiso para la realización
del mismo.

El objetivo de este estudio es encontrar si existe una relación entre una excesiva demanda en
un trabajo de visión próxima y la aparición de la pseudomiopía.

Para dicho objetivo se relizaran las siguientes pruebas:

1. Medida del error refractivo y de los radios queratométricos mediante el refractómetro
2. Medida de la agudeza visual
3. Medida del retraso acomodativo
4. Medida de las forias en condiciones disociadas
5. Medida de la amplitud de acomodación
6. Medida de la estereopsis
7. Medida del punto próximo de convergencia

Las pruebas anteriores no son invasivas ni alteran la función visual.

Así mismo, Astrid Alen Van Den Eynde, autor del trabajo, se compromete a que en toda la
extensión del mismo se garantice la confidencialidad del paciente ocultando sus datos filiales,
de tal manera que si el trabajo es publicado en algún medio de divulgación científica o en la
base de datos propia de la universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto
de este estudio.

En Zaragoza a..... de..... de.....

Firma del Paciente:

ANEXO 2: DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES

	<u>ANTES</u>				<u>DESPUÉS</u>			
	MIN	MAX	MEDIANA	MEAN	MIN	MAX	MEDIANA	MEAN
M [Dioptrias]	-8,875	0,75	-1,18750	-2,09	-9,62	1,00	-1,25	-2,037
J45 [Dioptrias]	-0,8618	0,4996	-0,00218	-0,0192	-0,74	0,74	0	0,00313
J0 [Dioptrias]	-0,7277	0,72314	-0,03125	-0,3484	-0,74	0,75	0	0,00489
Radio 1 [mm]	7,280	8,33	7,815	7,985	7,33	8,32	7,785	7,792
Grados [°]	0	179	35,50	63,18	0	179	41,50	73,81
Radio 2 [mm]	7,130	8,160	7,620	7,650	7,10	8,25	7,66	7,673
Grados	0	178	96,00	90,54	0	179	97,50	93,85
AV a 40 [cm]	1	1	1	1	1	1	1	1
CCF [Dioptrias]	-1,00	2,25	0,50	0,3462	-1,75	2,5	0	0,1346
Forias [Δ]	-14,50	10,00	0,50	0,4615	-2,87	9,50	-1,00	-0,7051
AA SHEARD [Dioptrias]	6,00	15	10,50	10,554	6,25	15,5	10,75	10,84
Estereopsis [arc. seg]	40	60	40	41,28	40	50	40	41,28
Ruptura [cm]	0	21	3,50	4,474	0	10	4	4,06
Recobro [cm]	0	20	6	6,368	0	24,5	6	6,697

[Tabla 3]: Descriptiva de las diferentes variables

ANEXO 3: VALORES MEDIOS CONCLUYENTES

De los valores concluyentes (**CCF, FORIAS, AA SHEARD**) obtengo que estos rangos se mueven al haber diferencias entre antes de enhebrar y después de enhebrar.

	MIN	MAX
CCF	-1,25	+0,75
Forias	-10,00	+2,00
AA SHEARD	-1,25	+3,00

[Tabla 4]: Valores mínimo y máximo de las variables concluyentes.

Además del rango he obtenido los siguientes resultados para la media y la mediana de las diferencias de esas variables.

	MEDIANA	MEAN
CCF [Dioptías]	-0,25	-0,2115
Forias [Δ]	-0,50	-1,167
AA SHEARD[Dioptías]	+0,25	+0,288

[Tabla 5]: Valores de mediana y media de las variables concluyentes.

ANEXO 3: VALORES NORMALES

H. R. Antolínez.G.Vecilla, Manual de Optometría, Editorial medica panamericana, 2010.

PRUEBAS	VALORES NORMALES	DESVIACIÓN ESTANDAR
CCF	+0,50 /+0,75	-/+ 0,50
Amplitud de acomodación por Sheard***	$18-1/3 \cdot \text{EDAD} + 2D$	-/+ 2,00
Forias de cerca	3 Δ EXO	-/+3 Δ
Estereopsis	40- 50 s. arc.(central)	
PPC con luz puntual		
Rotura	3	± 4
Recobro	5	± 5

[Tabla 6]: Valores esperados de normalidad según el MANUAL DE OPTOMETRIA.

EDAD	AA SHEARD	DESVIACIÓN
20	13,40	+/- 2,00
21	13,07	+/- 2,00
22	12,74	+/- 2,00
23	12,41	+/- 2,00
24	12,08	+/- 2,00
25	11,75	+/- 2,00
26	11,42	+/- 2,00
27	11,09	+/- 2,00

[Tabla 7]: Valores de Amplitud de Acomodación según edad

VALORES NORMA DE MORGAN:

PRUEBAS	VALORES NORMALES	DESVIACIÓN ESTANDAR
CCF	+0,50	-/+ 0,50
Valor de Amplitud de acomodación media	$18-1/3 \cdot \text{EDAD}$	-/+ 2,00
Forias de cerca	3 Δ EXO	-/+3 Δ

[Tabla 8]: Valores normales según Morgan