



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Óptica y Optometría

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE COMPENSACIÓN DE LA HETEROFORIA EN LA POBLACIÓN DE VALLADOLID

Presentado por: Álvaro Cuéllar de Frutos

Tutelado por: Isabel Arranz de la Fuente

Tipo de TFG: Proyecto de Investigación

En Valladolid, a 24 de Mayo de 2017

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETIVOS.....	6
3. MATERIAL Y MÉTODOS	
3.1. PARTICIPANTES.....	7
3.2. MATERIAL.....	7
3.3. MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS.....	9
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	13
5. DISCUSIÓN.....	16
6. CONCLUSIÓN.....	20
AGRADECIMIENTOS.....	20
7. BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXO I: HOJA DE INFORMACIÓN.....	22
ANEXO II: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	23
ANEXO III: HOJA DE RESULTADOS.....	24

RESUMEN

OBJETIVO: Existen varias técnicas usadas para cuantificar la magnitud de la heteroforia disociada en visión próxima. En este estudio, se van a comparar tres de ellas, las más utilizadas para determinar la heteroforia de manera subjetiva.

MÉTODOS: Los métodos de Thorington modificado, varilla de Maddox en campo abierto y von Graefe se realizaron en 48 voluntarios residentes en Valladolid, de diferentes edades, con su corrección habitual y en visión próxima.

RESULTADOS: El test de Thorington modificado y la técnica de varilla de Maddox arrojan valores similares entre sí, proporcionando el método modificado de Thorington valores más exofóricos. El método de von Graefe arroja valores más exofóricos que los otros métodos. Además, según el modelo matemático de Bland y Altman, el método de Thorington modificado es el más repetible de los tres, seguido por Maddox y von Graefe respectivamente. Los tres métodos pueden ser relacionados entre sí, al no tener diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$ para un intervalo de confianza del 95%)

CONCLUSIONES: El método de Thorington modificado es el más fiable y repetible para medir la heteroforia disociada en visión próxima, aunque puede realizarse con Maddox o von Graefe siempre que se deje registrado el método utilizado.

PALABRAS CLAVE: heteroforia disociada, varilla de Maddox, Thorington, von Graefe, visión próxima.

ABSTRACT

BACKGROUND: There are many clinical techniques to quantify the magnitude of dissociated heterophoria at near distance. In this study, we compare three of them, the most used to determine the heterophoria subjectively.

METHODS: The methods of modified Thorington, Maddox rod and von Graefe were performed on 48 volunteers residents in Valladolid, of different ages, with their usual correction at near distance.

RESULTS: The modified Thorington test and the Maddox rod technique provide similar values between them, providing the modified Thorington method more exophoric values. The method of Von Graefe provides more exophoric values than the other methods. In addition, according to the mathematical model of Bland and Altman, the modified Thorington method is the most repeatable of the three, followed by Maddox Rod and von Graefe respectively. The three methods can be related to each other, since there were no statistically significant differences ($p < 0.0001$ for a 95% limit of agreement)

CONCLUSION: The Thorington method is the most reliable and repeatable to measure the dissociated heterophoria at near distance, although it can be done with Maddox rod or von Graefe provided you record the method used.

KEY WORDS: dissociated heterophoria, Maddox rod, Thorington, von Graefe, near distance.

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad de integración de dos imágenes en el cerebro, vista cada una con un ojo, para fusionarlas y entenderlas como una sola imagen, se denomina visión binocular.¹

Para su correcto funcionamiento, debe haber un buen acoplamiento entre el sistema motor, que coordina el movimiento de los ojos, y el sistema sensorial a través del cual el cerebro recibe e integra las dos percepciones monoculares. Esta interacción entre sistema motor y sensorial es necesaria para un adecuado desarrollo de la visión mono y binocular para conseguir en la máxima agudeza visual en ambos ojos y estereopsis.¹

Centrándonos en el sistema motor, hay dos tipos de desviaciones, las heterotropías y las heteroforias, las primeras son manifiestas, mientras que las segundas son latentes y se observan solo cuando se interrumpe la fusión. Cuando esta heteroforia está descompensada, es decir, que el sistema de vergencias no es capaz de compensarla, puede darse sintomatología, como desenfoco, cefaleas, fatiga visual y/o diplopía entre otros. Estos síntomas no suelen aparecer de forma constante, dándose en condiciones como mala iluminación, estrés, fatiga, exceso de trabajo en cerca, etc.^{1, 2} Los síntomas más frecuentes asociados a la heteroforia aparecen en visión próxima (VP)^{2, 3}, por lo que este trabajo se va a centrar en esta distancia (40cm).

Si al interrumpir la fusión, el movimiento que realiza el ojo, en horizontal, es hacia fuera, se denomina exoforia, si es hacia dentro, será endoforia y si no existe movimiento, será ortoforia. Su magnitud se mide en dioptrías prismáticas (Δ)^{2, 3}

Existen diferentes técnicas de medida de estas desviaciones, las más utilizadas en la práctica clínica son:^{1, 4, 5, 6}

- de forma objetiva el cover test
- de forma subjetiva, pruebas como Varilla de Maddox, método de von Graefe o el método modificado de Thorington.

Con el fin de minimizar diferencias dependientes de la objetividad y subjetividad de las pruebas, este estudio se va a centrar exclusivamente en las pruebas que se realizan de manera subjetiva.

Medir estas desviaciones a veces puede no resultar sencillo y no siempre se obtienen los mismos resultados. Las diferencias entre estos pueden proceder de la técnica de disociación, la duración de la interrupción de la fusión, la capacidad de acomodación, el nivel de convergencia acomodativa o convergencia proximal, etc.³

Existen otros trabajos^{3, 7, 8} en los que se ha estudiado la heteroforia disociada en la población general, este trabajo se va a centrar en la población de Valladolid.

El artículo de Sanker y colaboradores es el más similar a los propósitos de este estudio, midiendo en visión próxima Maddox, Thorington, von Graefe y Cover Test en la población general, por lo que se van a centrar las comparaciones con este artículo. Su conclusión fue que el método de Thorington

modificado es el más real a la hora de medir las heterodesviaciones en visión próxima.⁷

Pero otros artículos también recogieron información sobre este tema, como es el artículo de Schroeder y colaboradores, en el que se comparan Maddox, Thorington y von Graefe en visión próxima, aunque también hacen comparaciones en visión lejana. Llegando a la conclusión de que, en VP, el método de Thorington es el más fiable, y que Maddox proporciona valores mayores de exoforia que von Graefe, y concluyeron que puede ser por el control de la acomodación en el método de von Graefe.³

Por último, en el artículo publicado en archivos optométricos por Félix González Blanco y colaboradores comparan la repetibilidad de Maddox y von Graefe en visión lejana, utilizando en ambos test el foróptero, llegando a la conclusión de que von Graefe es más repetible que Maddox en visión lejana.⁸

Se ha decidido realizar este estudio al comprobar en distintos pacientes que se obtenían valores diferentes de heteroforia dependiendo del método empleado.

Ese es el objetivo de este trabajo, medir la heteroforia en visión próxima en la población de Valladolid con los distintos métodos subjetivos y compararlas entre sí, comprobando si los resultados son similares a los de la población general en otros estudios.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal es la comparación de los resultados obtenidos con distintos métodos clínicos de medida de la foria disociada en visión próxima siendo dichos métodos:

1. Varilla de Maddox en campo abierto
2. Método de Thorington modificado
3. Método de Von Graefe

El objetivo secundario es analizar la repetibilidad de los métodos de medida de la heteroforia disociada en visión próxima y buscar cuál puede ser el más repetible.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 PARTICIPANTES

Se han incluido en el estudio 48 sujetos sanos de diferentes edades (10-60), 25 voluntarios en la óptica Marta Castrillo S.L. y 23 en los gabinetes de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid.

En todos los casos, 33 mujeres y 15 hombres, se midió en visión próxima la heteroforia disociada horizontal en visión próxima por los métodos: von Graefe, Varilla de Maddox en campo abierto y Thorington modificado. Se tomaron tres medidas de cada método y hallado el valor promedio.

El orden de las pruebas fue aleatorio.

Se les explicó tanto oralmente como por escrito en que consistía el estudio, pruebas a realizar, su no invasividad y la voluntariedad para participar, mediante una hoja de información (véase anexo I) y un consentimiento informado (véase anexo II).

Se contó con unos criterios de exclusión, comprobados anteriormente a la exploración, como:

- Agudeza visual monocular y binocular con corrección < 0.8 en la escala Snellen.
- Anisometropías elevadas que dificulten la estereopsis.
- Situaciones actuales de estrés o cansancio que pueda modificar el valor de las heteroforias.
- Existencia de cualquier tipo de patología ocular.
- Presencia de cualquier tipo de patología sistémica que pueda afectar a la superficie ocular o la visión.

Los datos obtenidos fueron recogidos en una hoja de resultados (véase anexo III).

3.2 MATERIAL

El material empleado para las distintas pruebas fue:

- Frontofocómetro.
- Foróptero y Gafa de pruebas.
- Varilla de Maddox.
- Tarjeta modificada de Thorington.
- Barra de prismas.
- Linterna puntual.
- Cinta métrica.
- Test de visión cercana.

3.3. METODOS

Las medidas fueron tomadas siempre por el mismo explorador y con la corrección habitual del sujeto.

Previo a realizar las pruebas, se midió en el frontofocómetro la graduación de su corrección en el caso de usar una gafa con lentes oftálmicas para realizar las medidas con su corrección habitual y se tomó su agudeza visual con esta. También se realizó una breve anamnesis para asegurar que no existen patologías que puedan influir en los resultados.

Todas las medidas fueron tomadas con una iluminación ambiental y una iluminación directa sobre el estímulo en cerca. Las desviaciones son medidas en dioptrías prismáticas, con signo negativo en el caso de las exoforias, siendo cuantificadas con prismas base nasal y signo positivo para las endoforias, medidas con prismas base temporal.^{4, 5, 6, 9}

Se midió la heteroforia disociada horizontal, siempre a 40 cm, con los tres métodos ya mencionados. Se tomaron tres medidas y se calculó un valor promedio. Dichos métodos son:

Varilla de Maddox en campo abierto. Se coloca la varilla delante del ojo derecho a 40 cm, se enciende la linterna a la altura de la raíz nasal de forma que el participante observe una línea del color de la varilla y un punto de luz. Dependiendo de donde vea la línea respecto del punto se obtiene información sobre el tipo de desviación y la posición de los prismas a la hora de medirlo. La barra de prismas para su medida se colocará sobre el ojo izquierdo. No es un método acomodativo y, en este caso, se realiza en campo abierto.^{4, 5, 6, 9, 10}

Método de von Graefe. Se coloca en el foróptero, sobre el ojo derecho 12Δ base nasal (BN) y en el ojo izquierdo 6Δ base superior (BS), formando dos imágenes apreciadas por el sujeto. Se reducen las dioptrías prismáticas del OD hasta que se observen las imágenes alineadas. Es un método acomodativo y requiere la utilización de foróptero.^{4, 5, 6, 9, 10}

Método de Thorington modificado. Se coloca la varilla de Maddox sobre el ojo derecho y la tarjeta de Thorington a 40 cm. El participante observará una línea del color de la varilla sobre la tabla, su posición indica la heteroforia. Es un método acomodativo y en campo abierto.^{4, 5, 6, 9, 10}

4. RESULTADOS

La heteroforia en visión próxima se ha medido en 48 sujetos, todos ellos con su corrección habitual, siendo 29 miopes, 4 hipermetropes y 15 emétopes, de los cuales 26 llevaban gafa con lentes oftálmicas, 8 lentes de contacto y 14 no llevaban corrección.

En las siguientes figuras se muestra la proporción de participantes según el método de corrección (figura 1) en el momento en el que se midieron las pruebas y su ametropía (figura 2).

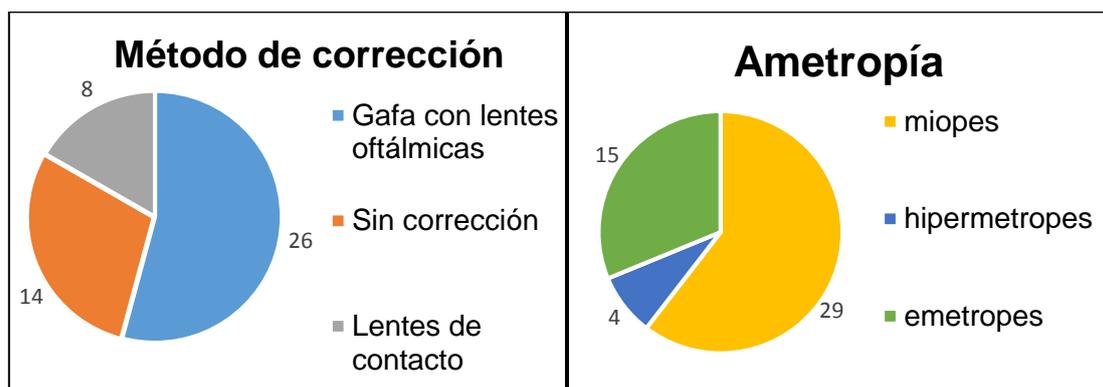


Figura 1. Comparación de los distintos métodos de corrección utilizados por los participantes del estudio.

Figura 2. Comparación de las distintas ametropías de los participantes del estudio.

La tabla 1 indica el número de participantes (n), el promedio de las tres medidas de la heteroforia en visión próxima, así como la desviación estándar y los rangos entre los que se encuentran los datos seleccionados para los tres métodos de medida.

Se han eliminado aquellos valores de heteroforia mayores o iguales a dos veces la desviación estándar (S.D.) en cada uno de los tres métodos para calcular el promedio y su desviación estándar.

	n	Promedio de la heteroforia (Δ)	Desviación estándar (Δ)	Rangos (Δ)
Varilla de Maddox	39	-1.74	± 2.25	-6 a +2
Thorington	35	-1.88	± 1.57	-4.83 a +1.17
Von Graefe	15	-2.77	± 1.42	-4.67 a 0.00

Tabla 1. Promedio, desviación estándar y rango de valores para los distintos test de medida de la heteroforia (en dioptrías prismáticas). Como criterio, se ha utilizado el signo positivo para la endoforia y el negativo para la exoforia.

Como se muestra en la Tabla 1 todos los valores promedio obtenidos fueron exofóricos por todos los métodos utilizados. Con el fin de visualizar más claramente estos resultados se ha representado la figura 3.

Como criterio, se suele utilizar el descrito por Morgan, con un valor normal para la heteroforia disociada en VP de $-3 \pm 3 \Delta$, considerando como dentro de lo normal un rango de 0 a -6Δ .^{10, 11}

La figura 3 representa los valores promedio del conjunto de todos los datos de la heteroforia por los tres métodos utilizados en el estudio: Varilla de Maddox en campo abierto, Método de Thorington y Método de von Graefe con sus barras de error correspondientes al 95% del intervalo de confianza.

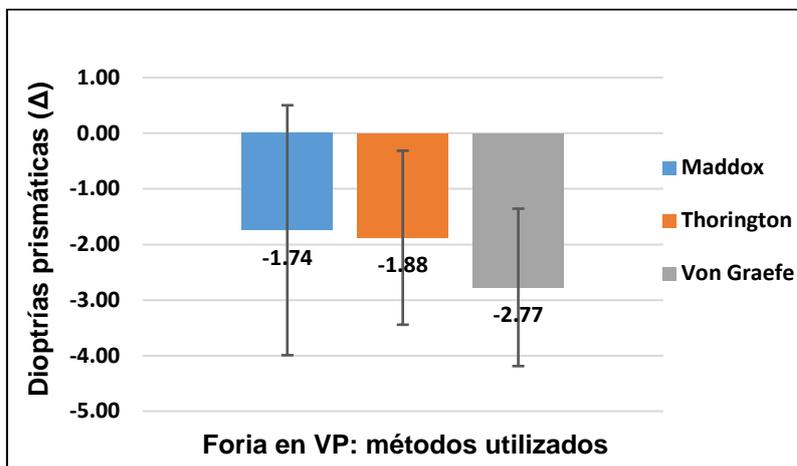


Figura 3. Comparación de los valores promedio de la heteroforia disociada con distintos métodos. Las barras de error definen el 95% del intervalo de confianza

Como se puede observar, el valor promedio de la heteroforia en VP, medida por el método de von Graefe proporciona un resultado de $-2.77 \pm 1.42 \Delta$ siendo el valor mayor de todos los analizados. Los resultados obtenidos por los otros dos métodos examinados arrojan valores mucho más similares, siendo de -1.88 ± 1.57 en el caso de método de Thorington y de -1.74 ± 2.25 con Varilla de Maddox. No obstante, las diferencias encontradas entre los métodos analizados no son estadísticamente significativas, como se observa con el solapamiento de las barras de error de los tres métodos.

Inicialmente, para comparar los métodos se ha utilizado un análisis de correlación. Si se obtiene una alta correlación, habrá acuerdo entre los métodos y se podrán comparar entre sí.

Por otro lado, Bland y Altman describieron un nuevo método para determinar la repetibilidad entre dos medidas realizadas con el mismo test.⁸ Se va a utilizar dicho método para medir la repetibilidad de los tres métodos analizados.

Para ambos análisis se van a analizar todos los datos obtenidos.

En cada una de las figuras 4, 5 y 6 se representan las relaciones entre dos de los métodos realizados para medir la heteroforia disociada en visión próxima en este estudio. Siendo los puntos azules cada uno de los valores en los distintos participantes del estudio para dichos métodos y la línea continua una recta de pendiente unidad que indica donde existe un mismo valor en dioptrías prismáticas para cada uno de los métodos de la figura, es decir en un mismo punto de la recta, los dos métodos comparados obtienen el mismo valor de heteroforia.

Las comparaciones realizadas son:

- **Foria medida en campo abierto.** En la figura 4 entre el método de Thorington modificado y Varilla de Maddox, comparando los dos métodos medidos en campo abierto, sin el uso de foróptero, sus diferencias son que Thorington es acomodativo mientras que Maddox no, utilizando una luz puntual.^{6, 9, 10}
- **Foria medida con estímulo acomodativo.** En la figura 5 entre el método de Thorington modificado y von Graefe, comparando los dos métodos acomodativos, sus diferencias son que Thorington no utiliza foróptero mientras que von Graefe sí.^{6, 9, 10}
- En la figura 6 entre el método de Varilla de Maddox y Von Graefe. Sus diferencias son que Maddox se realiza en campo abierto y no es acomodativo mientras que von Graefe se realiza con foróptero y es acomodativo.^{6, 9, 10}

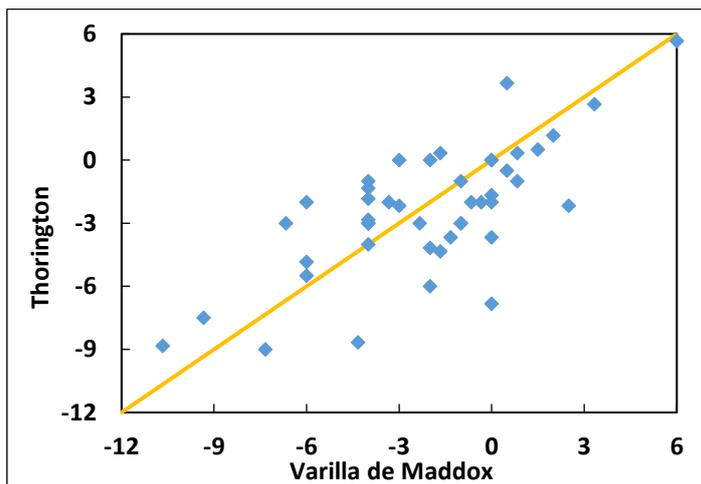


Figura 4. Comparación de los valores promedio de la heteroforia disociada en visión próxima medida con los dos métodos que se realizan en campo abierto: en el eje x Varilla de Maddox y en el eje y Thorington modificado.

Como vemos en la figura 4, la nube de puntos queda alrededor de la recta de pendiente unidad, con una tendencia similar a quedar por encima o debajo de dicha línea, aunque existe una mayor cantidad de puntos que queda ligeramente por debajo de esta línea, indicando que los datos individuales de la heteroforia en VP obtenidos con el método de Thorington proporcionan resultados algo más exofóricos que con Maddox.

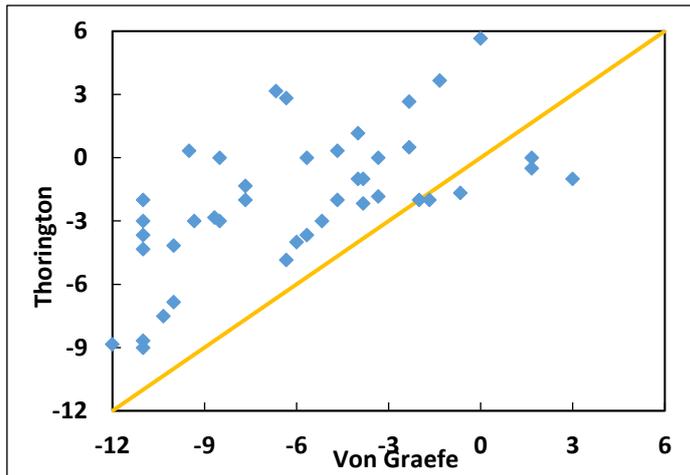


Figura 5. Comparación de los valores promedio de la heteroforia disociada en visión próxima medida con los dos métodos que son acomodativos: en el eje x Von Graefe y en el eje y Thorington modificado.

En la figura 5, vemos que la nube de puntos queda normalmente por encima de la línea de pendiente unidad y no alrededor de esta, por lo que indica que los datos individuales de la heteroforia en VP obtenidos con el método de von Graefe proporcionan valores bastante más exofóricos respecto del método de Thorington.

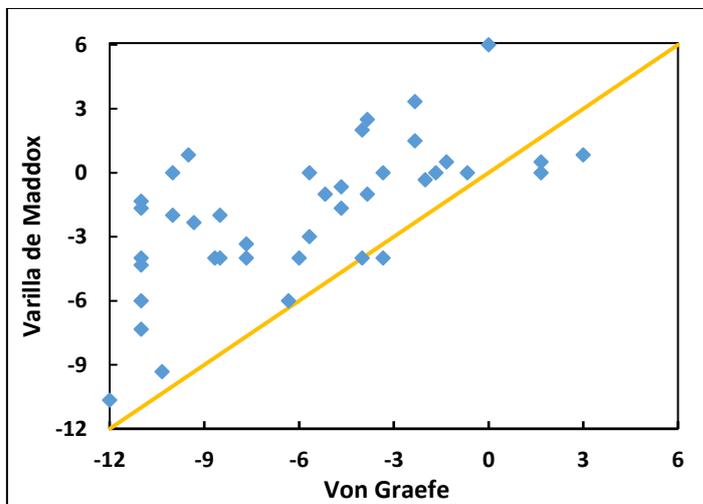


Figura 6. Comparación de los valores promedio de la heteroforia disociada en visión próxima medida con los métodos: en el eje x Von Graefe y en el eje y Varilla de Maddox.

En la figura 6, vemos que la nube de puntos queda generalmente por encima de la línea de pendiente unidad y no alrededor de esta, por lo que indica que los datos individuales de la heteroforia en VP obtenidos con el método de von Graefe proporcionan valores significativamente más exofóricos que con Maddox.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: CORRELACIÓN ENTRE LOS RESULTADOS DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE MEDIDA DE LA HETEROFORIA EN VP.

Para conocer el grado de correlación de los distintos métodos analizados en el estudio se ha realizado los ajustes de regresión lineal para cada una de las comparaciones. La línea de tendencia de todos los datos sigue la expresión matemática $y = a + bx$, siendo “a” el origen de ordenadas y “b” la pendiente de la recta de tendencia, así como su coeficiente de correlación (R^2) mostrados en la tabla 3. También se ha hallado su p valor.

Resultados todos los datos	a	b	R^2
Maddox vs Thorington	-1.06 ± 0.32	0.64 ± 0.08	0.78
Maddox vs von Graefe	1.01 ± 0.89	0.49 ± 0.22	0.48
von Graefe vs Thorington	0.28 ± 0.68	0.37 ± 0.08	0.56

Tabla 3. Parámetros de los ajustes de regresión lineal. R^2 y p valor de las comparaciones entre métodos.

La tabla indica que, aunque las correlaciones entre métodos no son muy altas, la mejor correlación se obtiene entre los métodos de Maddox y Thorington con un $R^2 = 0.78$; mientras que cualquiera de los dos métodos en relación a la técnica de von Graefe presenta una correlación mucho menor, siendo $R^2 = 0.48$ y 0.56 respectivamente con Maddox y Thorington.

Como se observa, los dos métodos que mejor correlación obtienen en sus medidas son Maddox con Thorington.

El p valor es significativo en todos los casos (<0.0001) para un intervalo de confianza del 95%, lo que quiere decir que se pueden relacionar los distintos métodos entre sí. Vemos como el coeficiente de correlación es bajo, esto puede ser porque es un número muy alto de sujetos, generando variabilidad pero el p valor es significativo por lo que los métodos son comparables entre sí.

Por otro lado, para calcular la repetibilidad de los métodos se va a seguir el método matemático de Bland y Altman. Para ello se va a necesitar calcular el promedio, desviación estandar y la diferencia que hay entre el mayor y el menor valor de los tres medidos con cada uno de los métodos en cada uno de los participantes.

En la figura 7, 8 y 9 se ha representado en el eje x el valor promedio entre el mayor y el menor valor obtenidos con un mismo método de medida de la heteroforia; respectivamente, Maddox, Thorington y von Graefe; en un mismo participante mientras que en el eje y se ha representado la diferencia en dioptrías prismáticas entre dichos valores. La línea continua indica el valor promedio de las diferencias que hay entre dichos valores en todos los participantes, mientras que las líneas discontinuas indican dos veces la desviación estándar de esa diferencia, representando en su interior el intervalo de confianza al 95%.

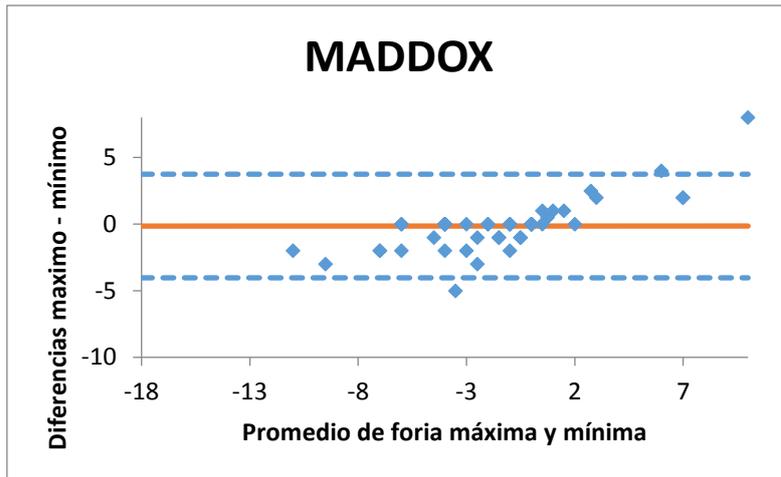


Figura 7. Representación de la diferencia frente a la media de los valores fóricos obtenidos con los valores más extremos de cada participante con la técnica de la Varilla de Maddox. Las líneas discontinuas representan el intervalo de confianza al 95%.

La diferencia media entre el valor máximo y mínimo de la heteroforia tomados en cada sujeto para el método de Maddox es -0.15Δ y las diferencias entre una y otra medida van a estar en el 95% de los casos entre 3.74 (media + 2 S.D.) y -4.03Δ (media - 2 S.D.).

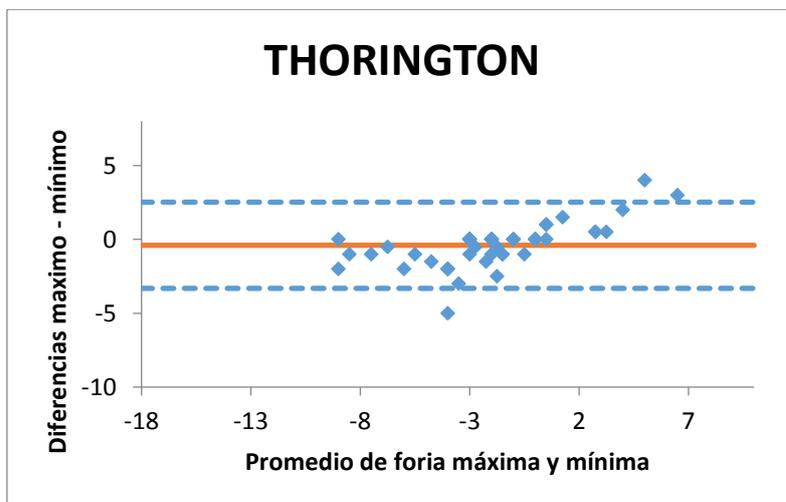


Figura 8. Representación de la diferencia frente a la media de los valores fóricos obtenidos con los valores más extremos de cada participante con la técnica de la Thorington. Las líneas discontinuas representan el intervalo de confianza al 95%.

La diferencia media entre el valor máximo y mínimo de la heteroforia tomados en cada sujeto para el método de Thorington es -0.40Δ y las diferencias entre una y otra medida van a estar en el 95% de los casos entre 2.52 (media + 2 S.D.) y -3.31Δ (media - 2 S.D.).

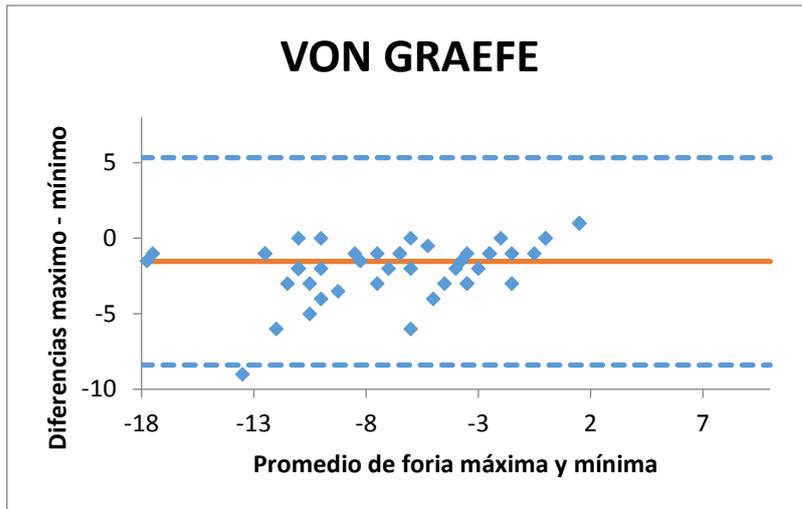


Figura 9. Representación de la diferencia frente a la media de los valores fóricos obtenidos con los valores más extremos de cada participante con la técnica de la von Graefe. Las líneas discontinuas representan el intervalo de confianza al 95%.

La diferencia media entre el valor máximo y mínimo de la heteroforia tomados en cada sujeto para el método de von Graefe es -1.53Δ y las diferencias entre una y otra medida van a estar en el 95% de los casos entre 5.33 (media + 2 S.D.) y -8.40Δ (media - 2 S.D.).

El análisis de la repetibilidad obtenida con la estadística Bland and Altman indica que las diferencias entre los intervalos de confianza correspondientes a cada técnica de medida, son mayores para la técnica de von Graefe, seguida del método de Maddox y la que indica menores diferencias es proporcionada por la técnica de Thorington.

Teniendo en cuenta que la concordancia entre las medias de las medidas máximas y mínimas de la heteroforia son para Maddox, Thorington y von Graefe de 3.88, 2.91, 6.87 respectivamente, parece evidente que la mejor concordancia está con el método de Thorington. Teniendo en cuenta los límites de concordancia, se puede decir que para un intervalo de ± 2.91 la variación de la heteroforia para el método de Thorington no es capaz de distinguir el error de medida, mientras que en los otros dos métodos ese valor es superior, ± 3.88 para Maddox y ± 6.87 para von Graefe.

5. DISCUSIÓN

La mayoría de los datos obtenidos para la heteroforia horizontal en VP han sido exofóricos, siendo de 36 de 48 para Varilla de Maddox, 34 de 48 en el método de Thorington y 43 de 46 en von Graefe.

Como se puede ver en la figura 1, la mayoría de los participantes de este estudio eran usuarios de gafas con lentes oftálmicas en un 54.17%, mientras que el 29.17% no llevaba ninguna corrección y el 16.66% restante usaba lente de contacto. Esto no quiere decir que se use más la gafa que la lente de contacto, si no que al ser pruebas que en su mayoría se realizaron en una óptica, después de graduar, los participantes acudieron con gafa en vez de lente de contacto a petición del optometrista, excepto en los casos que su revisión anterior a las pruebas fue de lentes de contacto.

Al igual, como se observa en la figura 2, una amplia mayoría de los participantes eran miopes, siendo un 60.42% de ellos, otro 31.25% de los usuarios eran emétopes y un bajo 8.33% fueron hipermétropes. En este caso, si se ve como una mayoría de los participantes fue miope, frente a un porcentaje muy bajo de hipermétropes, al igual que en la población general.¹²

Comparando los datos promedio obtenidos en la tabla 1 y la figura 3 con los datos descritos por Morgan como normales^{10, 11}, se observa que los valores promedio obtenidos para la heteroforia disociada en visión próxima son menores que los hallados por Morgan ($-3 \pm 3\Delta$)^{10, 11}. Esto puede ser por la edad de los voluntarios de este estudio, que aunque tiene un intervalo de 10 a 60 años, un 70.83% de ellos son menores de 30 años, ya que el valor promedio de la exoforia en visión próxima se eleva con la edad, llegando en personas presbitas a proporcionar un valor promedio de 8Δ de exoforia¹⁰.

Como se muestra en la figura 4, las diferencias entre los métodos realizados en campo abierto son mínimas, todos los valores son muy cercanos a la recta de pendiente unidad que indica igualdad entre los dos métodos y no vemos una tendencia clara a que un método tienda a proporcionar resultados más o menos exofóricos que el otro significativamente, aunque si hay una tendencia del método de Thorington a arrojar valores ligeramente más exofóricos, ya que la densidad de puntos es algo mayor por debajo de la línea que por encima.

En cuanto a las figuras 5 y 6 se observa que la mayoría de los valores se sitúan por encima de la línea de pendiente unidad que indica igualdad entre los dos métodos, dando a entender que el método de von Graefe arroja unos valores más exofóricos de lo que pueden proporcionarnos los otros dos métodos, Maddox y Thorington. Esto se puede relacionar con la principal diferencia entre este método con los otros dos, que es la utilización del foróptero, que puede estar desencadenando procesos como son la acomodación proximal al tener el foróptero delante de los ojos^{6, 10}.

Analizando las tres figuras, 4, 5 y 6 en conjunto, observamos que las diferencias entre Maddox y Thorington (figura 4), son mucho más uniformes que las diferencias entre von Graefe con cualquiera de las dos anteriores, lo que indica que los valores de Maddox y Thorington son más similares normalmente entre sí. En las dos comparaciones con el método de von Graefe observamos como este método tiende a proporcionar unos valores mayores de exoforia que

el resto de métodos, ya que observamos casi todos los puntos por encima de la línea de pendiente unidad que indica igualdad entre los métodos.

Por otro lado, teniendo en cuenta el promedio de los resultados para los distintos métodos, representado en la tabla 1, el de von Graefe ha sido el más afectado por la eliminación de todos los valores que fueran superiores a dos veces la desviación estandar desde el valor promedio de datos, obteniendo finalmente solo 15 valores fiables entre los 48 medidos. Aunque su desviación estandar resulta ser la más pequeña de todas, como indica la tabla 1, es un método cuyos resultados se alejan de los del resto de los métodos, incluso una vez excluidos todos los datos "no fiables" obtenemos valores casi 1Δ más exofóricos que con los otros dos métodos, que arrojan unos valores mucho más similares entre si. Además, von Graefe es un método más difícil de explicar para el optometrista y de entender para el participante⁶, lo que puede influir en los resultados. Concluyendo que este método puede no ser el más eficaz a la hora de medir las heterodesviaciones.^{3, 6, 7}

Los métodos de Maddox y Thorington, según observamos en la Tabla 1, proporcionan unos valores similares en cuanto a su promedio, siendo la desviación estandar de Maddox superior en 0.68Δ sobre la obtenida con el método modificado de Thorington.

Thorington es un método acomodativo, es decir, tiene unas condiciones similares a la realidad, en la que cuando se enfoca en cerca suele haber estímulos acomodativos, y a diferencia del método de von Graefe, que también es acomodativo, en el método de Thorington no se utiliza el foróptero, que puede desencadenar procesos como la acomodación proximal que pueden variar mucho los resultados de la foria debido a la relación AC/A .^{6, 10}

El método de la varilla de Maddox no utiliza un estímulo acomodativo, usa una luz puntual, por lo que las condiciones no son las más reales.^{6, 9, 10}

Thorington, además, permite una mayor comprensión del participante al ver directamente la línea de luz sobre los números de la tabla utilizada, por ello también permite una mayor rapidez a la hora de medir la heteroforia, ya que no hay que utilizar ningún otro instrumento para medir la desviación.⁶

En la Tabla 2, se han representado, por un lado, los resultados del promedio de la heteroforia, con su desviación estándar y los rangos en dioptrías prismáticas entre los que se encuentran los valores obtenidos en este estudio en la población de Valladolid y por otro los resultados a los que llegaron en otro estudio similar para la población general, que es el artículo propuesto por Sanker y colaboradores.⁷ La finalidad de realizar esta tabla es una mayor facilidad a la hora de poder comparar los resultados que se obtuvieron en este estudio con los obtenidos previamente en artículos similares.

	Promedio de la heteroforia (Δ)		Desviación estándar (Δ)		Rangos (Δ)	
	Datos del estudio	Sanker	Datos del estudio	Sanker	Datos del estudio	Sanker
Maddox	-1.74	-2.30	± 2.25	± 2.30	-6 a +2	-8 a +3
Thorington	-1.88	-2.70	± 1.57	± 2.70	-4.83 a +1.17	-10 a +6
Von Graefe	-2.77	-3.28	± 1.42	± 3.40	-4.67 a 0	-8 a +8

Tabla 2. Comparación de los valores promedio, desviación estándar y rangos de valores para los distintos test de medida de la heteroforia (en dioptrías prismáticas) entre este estudio y otros anteriores. Como criterio, se ha utilizado el signo positivo para la endoforia y el negativo para la exoforia.

Como bien podemos observar en la tabla 2, los resultados obtenidos en este estudio están de acuerdo con los encontrados previamente en la literatura por otros autores en la población general,⁷ encontrando que los valores promedio de los distintos test para medir la heteroforia horizontal en cerca son de exoforia.^{3, 7} También están de acuerdo con que del método de Von Graefe se obtienen valores mayores de exoforia.^{3, 7, 8} Se observa que los valores del promedio de la heteroforia son mayores en la población general que en este estudio, al igual que las desviaciones estándar, y también los rangos entre los que se encuentran todos los resultados son mayores. Esto puede ser debido al criterio utilizado en este estudio de eliminar los datos de la heteroforia cuyos valores promedio fueran superiores a ± 2 veces la desviación estándar para eliminar los valores más extremos, para cada uno de los métodos utilizados.

En cuanto a la repetibilidad de las medidas, como observamos en las figuras 7, 8 y 9, se va a utilizar el método matemático de Bland y Altman, obteniendo unos resultados menores, por tanto más concordantes, con el método de Thorington, seguido de Maddox y por último de von Graefe.

La media de las diferencias entre el mayor y el menor valor obtenidos en cada participante por cada método es muy baja en Maddox, como vemos en la figura 7, obteniendo un valor de -0.15Δ , seguido de Thorington con -0.40Δ (figura 8), mientras que von Graefe arroja un valor promedio de diferencias de -1.53Δ (figura 9), mayor que los dos anteriores, encaminando nuestra conclusión a que el método de von Graefe es el menos repetible, pero para asegurar esto, debemos observar los intervalos de confianza al 95%.

En la figura 8, para el método de Thorington, se ve como los límites de concordancia entre el que se encuentran el 95% de los valores es más reducido que para el método de Maddox, representado en la figura 7, y ambos a su vez mucho más reducidos que para el método de von Graefe, en la figura 9, en el que se observa un intervalo bastante mayor.

Además, la concordancia entre las medidas (-1.53Δ) por von Graefe es la más elevada, lo que quiere decir que es el menos repetible de los tres métodos, no se distingue un error con este método al no ser que sea 6.87Δ diferente al valor obtenido como promedio. Los otros dos métodos proporcionan un valor de concordancia menor, aun así el resultado para Maddox es de 3.88Δ para considerar un error, mientras que el método de Thorington es el más repetible, al arrojar un valor de 2.91Δ , que es el más reducido de los tres métodos.

Podemos concluir, tanto en la teoría como en la práctica que el método de Thorington es el más fiable y repetible entre los tres para medir las heterodesviaciones, aunque la varilla de Maddox no arroja valores muy diferentes a este, siendo el método de Von Graefe el que nos da unos valores más elevados de exoforia, siendo, además el menos repetible de los tres métodos.

Otros autores también llegaron a la conclusión de que el método de Thorington modificado es el más fiable y repetible de los tres.^{3, 6, 7}

Se puede razonar que la población de Valladolid arroja unos valores muy similares a los descritos previamente en la literatura sobre la población general.

En cualquier caso, es muy recomendable indicar el método empleado para tomar las medidas de la heterodesviación en visión próxima para tenerlo en cuenta a la hora de medir las vergencias fusionales del paciente y para futuras monitorizaciones de los sujetos.⁸

6. CONCLUSION

Tras analizar todos los datos, se puede concluir que:

1. Los valores de la heteroforia disociada en visión próxima en la población de Valladolid son muy próximos a los descritos en la literatura para la población general.
2. Los datos obtenidos al medir la heteroforia en visión próxima son normalmente exofóricos.
3. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de la heteroforia para los métodos analizados, sin embargo, la heteroforia con el método de von Graefe parece ser más variable que con Maddox o Thorington, proporcionando valores más exofóricos.
4. Existe una tendencia menos exofórica en los métodos utilizados en campo abierto frente a los resultados obtenidos con von Graefe, a través del foróptero.
5. Lo más conveniente es indicar la técnica empleada para la medida de la heteroforia en visión próxima.

Como aportación personal, concluyo de este trabajo que el método de Thorington modificado puede ser el más adecuado para obtener la medida de la heteroforia disociada en visión próxima por varios motivos, que son:

1. Teóricos al ser un método acomodativo y en campo abierto.
2. Rapidez de la medida, ya que permite tomar, en un tiempo breve, la medida de la heterodesviación horizontal y vertical.
3. Los resultados de las comparaciones realizadas y la repetibilidad de este estudio y otros similares.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a Marta Castrillo su buena voluntad para que este estudio se pudiera comenzar en su gabinete, gracias a lo cual se ha podido llegar a un alto número de participantes. También agradecer a la Universidad de Valladolid por los instrumentos gracias a los cuales se ha podido realizar el estudio. En concreto a mi tutora, Isabel Arranz de la Fuente, porque la dedicación de su tiempo y conocimientos me ha servido de gran ayuda a la hora de realizar el trabajo.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Martín R, Vecilla G. Exploración del sistema motor. En: Martín R, Vecilla G. Manual de optometría; Madrid (España): Médica Panamericana D. L.; 2010: Pag. 453-478.
2. Martín R, Vecilla G. Forias. En: Martín R, Vecilla G. Manual de optometría; Madrid (España): Médica Panamericana D.L.; 2010: Pag. 433-451.
3. Schroeder T L, Rainey B B, Goss D A, Grosvenor T P. Reliability of and Comparisons Among Methods of Measuring Dissociated Phoria. *Optometry and Vision Science*. 1996;73:389-397
4. Benjamin W J. Phorometry and Stereopsis. En: J. Benjamin W. *Borish Clinical Refraction*; Pennsylvania: WB Saunders Company; 1998: Pag. 901-907.
5. Borràs MR, Castañé M, Ondategui JC, Pacheco M, Peris E, Sánchez E y Varón C. En :*Optometría: Manual de exámenes clínicos*;3ª edición;1999 :Pag. 139-153.
6. Elliot D B. Assessment of binocular visión. En: *Clinical Procedures in Primary Eye Care*; Philadelphia: Butterworth-Heinemann. 2ª edition; 2003: Pag. 115-123.
7. Sanker N, Prabhu A, Ray A. A comparison of near-dissociated heterophoria tests in free space. *Clinical and Experimental Optometry*. 2012;95:638-642
8. González F, Muñoz MA, Sanz JC, Peral MA, Muñoz S. Comparación entre las técnicas de von Graefe y la varilla de Maddox en la medida de la heteroforia. *Archivos optométricos*. 1998;2:18-27.
9. Martín R, Vecilla G. Exploración del sistema motor. En: Martín R, Vecilla G. Manual de optometría; Madrid (España): Médica Panamericana D.L.;2010: Pag.453-478.
10. Scheiman M, Wick B. Diagnóstico y Enfoque del Tratamiento General: Evaluación diagnóstica. En: Scheiman M, Wick B. *Tratamiento Clínico de la Visión Binocular*; Madrid (España): Ciagami S.L.; 1996: Pag.1-33.
11. M. W. Morgan, "The clinical aspects of accommodation and convergence," *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, vol. 21, pp. 301–313, 1944.
12. Wolfram C, Höhn R, Kottler U, Wild P, Blettner M, Bühren J, Pfeiffer N, Mirshahi A. Prevalente of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS). *British Journal of Ophthalmology*. Published Online First: 10 February 2014. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304228 (30 de marzo de 2017)

ANEXO I

HOJA DE INFORMACIÓN

Este trabajo se ha propuesto desde la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valladolid.

Sus ojos pueden adquirir distintas posiciones.

Normalmente, para ver una sola imagen, fusionamos las imágenes obtenidas con los dos ojos, adquiriendo nuestros ejes visuales una posición activa o de fusión, pero esta no es la posición más cómoda para nuestros ojos.

Hay distintas técnicas que sirven para medir esta posición cómoda de nuestros ejes visuales, llamada pasiva o disociada.

El objetivo de este estudio es medir esa posición pasiva o disociada con distintos métodos para poder comparar entre ellos, observar cuál es más efectivo y las diferencias que puede haber entre los distintos métodos.

Se trata de tres rápidas medidas sin complicaciones.

Si quiere efectuar alguna pregunta no dude en consultarnos.

Álvaro Cuéllar de Frutos.

ANEXO II

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Comparación de los distintos métodos de compensación de la heteroforia en la población de Valladolid”

D/Dña. _____
con DNI _____, edad _____ años, con domicilio en provincia de _____
_____ manifiesto que he sido informado con claridad sobre el
ejercicio académico en el que el estudiante ÁLVARO CUÉLLAR DE FRUTOS
me ha invitado a participar.

Manifiesto que:

- 1) He leído la hoja de información que se me ha entregado
- 2) Mi participación es de forma voluntaria y puedo negarme a participar en cualquier momento.
- 3) He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre este.

Por lo que declaro que todas mis dudas han sido aclaradas, he comprendido que mi participación es voluntaria y puedo negarme a participar, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados asistenciales y doy mi consentimiento para participar en el estudio “**Comparación de los distintos métodos de compensación de la heteroforia en la población de Valladolid**”.

Se respetará la confidencialidad de la información suministrada.

En....., adede 20

Firma del paciente

Firma del Investigador

Estoy de acuerdo en que mis datos personales relativos a este estudio sean almacenados, procesados electrónicamente y transmitidos, con propósitos de análisis de los datos derivados de este estudio. Doy mi consentimiento para que el personal autorizado de la Universidad de Valladolid o las autoridades sanitarias revisen que el estudio se está llevando a cabo de manera correcta e inspeccionen mi historial referente a mi colaboración en el estudio.

Así mismo autorizo a mi investigador a que revele la información necesaria recogida en el estudio para que pueda ser procesada, sin que se revele mi identidad en ningún caso y sólo con fines científicos.

ANEXO III**HOJA DE RESULTADOS**

Nombre:		Número de paciente:	
Fecha:		DIP:	
Edad:	Género: M/H	Forma de compensación: Gafa/LC/no necesita	Error refractivo:
		Tipo:	AV con su corrección habitual:
Historia y Síntomas Motivo de la visita		Historia general: DM / HTA / Inmunes / Alergias	
Historia ocular:		Historia familiar:	
		Medicación:	

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	SI	NO
Presencia de cualquier tipo de patología sistémica que pueda afectar a la superficie ocular o la visión.		
Presencia de cualquier tipo de patología ocular		
Agudeza visual monocular y binocular con su corrección habitual menor de 0.8.		
Presencia actual de situaciones de estrés o cansancio que puedan modificar el valor de la heteroforia.		
Presencia de anisometropías elevadas que dificulten la estereopsis		

Método de medida de la foria	Resultado		
	1ª medida	2ª medida	3ª medida
1)			
2)			
3)			

El orden de los métodos de medida de la foria se realizará de forma aleatoria para que no influya el cansancio en los resultados de las pruebas que realicemos siempre las últimas.

Siendo las pruebas de la heteroforia disociada siempre en visión próxima y son:

Varilla de Maddox, el método de von Graefe y el método modificado de Thorington.