



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

Grado en Óptica y Optometría

MEMORIA TRABAJO FIN DE GRADO TITULADO

Efecto entre la magnitud del defecto refractivo en la agudeza visual sin corrección.
Relación entre agudeza visual y refracción.

Presentado por: Teresa Sastre Vizán

Tutelado por: Raúl Martín Herranz

Tipo de TFG: Revisión X Investigación

En Valladolid a, 27 de mayo de 2017.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Justificación	4
1.2. Pregunta de investigación	5
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivos académicos.....	5
1.3.2. Objetivos del aprendizaje.....	5
MATERIAL Y MÉTODO.....	6
2.1. Sujetos.....	6
2.2. Instrumentos	6
2.3. Procedimiento	7
2.4. Análisis estadístico	8
RESULTADOS	9
3.1. Resultados.....	9
3.1.1. Correlación de la AV con la esfera y el cilindro	9
3.1.2. Efecto sobre la AV del eje simulado.....	13
3.1.3. Cálculo de la esfera y el cilindro en función de la AV.....	14
DISCUSIÓN	15
4.1. Correlación de la AV con la esfera y el cilindro.....	15
4.2. Efecto sobre la AV del eje simulado	15
4.3. Cálculo de la esfera y el cilindro en función de la AV	16
4.6. Limitaciones.....	17
CONCLUSIONES	18
4.1. Conclusiones académicas	18
4.2. Conclusiones del aprendizaje	18

AGRADECIMIENTOS	19
BIBLIOGRAFÍA	20
ANEXOS.....	21
Anexo 1: Hoja de Información para el sujeto	21
Anexo 2: Consentimiento Informado.....	23
Anexo 3: Hoja de recogida de datos.....	24
Anexo 4: Hoja comité ético	25

Resumen

Objetivo: La medida de la agudeza visual sin corrección (AVsc) se relaciona con la refracción de manera que se ha propuesto que es posible estimar la ametropía esférica y/o cilíndrica a partir del valor de la AVsc para usarlo al inicio de la refracción. El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre la AVsc y la refracción ocular en diferentes ametropías esféricas (miopía e hipermetropía) y cilíndricas (astigmatismo miópico e hipermetrópico).

Material y método: Se ha medido la AVsc en 71 sujetos a los que además se han simulado 303 refracciones y se ha relacionado el valor de su AVsc con su ametropía.

Resultados: Se ha encontrado una baja correlación entre la AVsc y la refracción ocular que en el caso de la miopía no se ajusta con una correlación lineal (correlación exponencial). En las simulaciones astigmáticas se ha encontrado que el valor de AV no es diferente ($P=0,16$) según la orientación del cilindro (180° , 45° o 90°). Se ha propuesto una nueva tabla de AVsc y ametropía basada en el intervalo de confianza al 95%.

Conclusiones: No parece adecuado relacionar un valor de AVsc con un valor de refracción (esfera o cilindro) por lo que parece más adecuado estimar un rango de ametropía por valor de AVsc como se propone con una nueva tabla que relaciona la AVsc con la refracción, si bien debe ser validada con una nueva muestra. La orientación del eje del cilindro parece no afectar significativamente a la AVsc.

Abstract:

Aim: Uncorrected visual acuity (UCVA) is highly related with eye refraction and some authors have proposed that UCVA value could be a good value to estimate the eye refraction (sphere and cylinder) to be used at the beginning of an eye-exam. The aim of this study is to assess the relationship between UCVA with eye refraction in spherical refractions (myopia and hyperopia) and astigmatism refractions (myopic and hyperopic astigmatism).

Material and Method: UCVA was measured in 71 volunteers, furthermore 303 refractions were simulated to compare the estimated eye refraction with the subjective eye refraction (sphere and cylinder).

Results: Weak correlation between UCVA and eye refraction was found. Myopia refraction shows an exponential correlation (no linear relationship) with UCVA. Simulated astigmatic refractions shows that UCVA is not different ($P=0.16$) when axis change (180° , 45° and 90°). New table to related sphere and cylinder with UCVA was proposed based on 95% coefficient interval results.

Conclusions: A correlation between one single value of eye refraction (sphere or cylinder) with a single UCVA value looks of limited interest in eye refraction. An estimation of a range of values (in sphere and/or cylinder) per each range of UCVA could be of more utility in eye refraction, however, these data must be validated with further research.

Introducción

1.1. Justificación

La agudeza visual (AV) se define como la capacidad de resolución espacial del sistema visual.¹

Los errores de refracción afectan a la AV de diferente manera. Así, es común que la miopía o el astigmatismo disminuyan más la AV que la hipermetropía, especialmente en sujetos jóvenes.¹

El impacto del error de refracción sobre la AV sin corrección se ha propuesto como un método para “estimar” el error refractivo² y es comúnmente empleado en la formación de Optometristas de universidades anglosajonas.³ Así, es frecuente el empleo de una tabla que propone un valor de refracción esférica o cilíndrica para cada nivel de AV, de manera que el profesional (o estudiante) puede estimar la refracción que tendrá que obtener antes del examen refractivo (retinoscopía o refracción subjetiva) a partir de la medida de la AV sin corrección en un caso concreto (Tabla 1).

AV (Fracción Snellen)	AV (Decimal)	Esfera	Cilindro
6/5	1,2	0 - 0,25	0,25
6/6	1,0	0,25	0,50
6/9	0,6	0,50	1,00
6/12	0,5	0,75	1,50
6/18	0,3	1,00	2,00
6/24	0,25	1,25	2,50
6/36	0,16	1,75	3,50
6/60	0,1	2,50	5,00
3/36	0,08	3,00	6,00
3/60	0,05	4,00	8,00
1/24	0,04	4,50	9,00
1/36	0,02	5,75	11,50
1/60	0,01	7,50	15,00

Tabla 1: Tabla de estimación de desenfoque para la agudeza correspondiente esperada. Nota: Esta tabla no asume ninguna capacidad acomodativa.

Sin embargo, la AV puede verse afectada por diferentes factores además de la ametropía. Por ejemplo, el diámetro pupilar, condiciones de iluminación, la distancia etc. así como la experiencia previa del sujeto con esta medida clínica.¹ Además, no se han encontrado estudios que avalen los valores de visión propuestos para cada nivel de AV o que determinen el efecto de la orientación del astigmatismo en la AV que

permitan conocer la aplicabilidad del uso de estas tablas para realizar la refracción o para enseñar a graduar a los alumnos del grado en Óptica y Optometría.

1.2. Pregunta de investigación

¿Es útil en el proceso de refracción el uso de una tabla de ametropía esperada en función de la AV?

1.3. Objetivos

La realización de este trabajo fin de grado (TFG) presenta una doble vertiente. Por un lado, pretende resolver la pregunta de investigación mejorando el conocimiento sobre el impacto de las ametropías en la AV, pero también va a permitir mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos implicados por lo que parece oportuno diferenciar dos tipos de objetivos:

1.3.1. Objetivos académicos

- Medir y correlacionar la AV que provocan diferentes errores refractivos en ojos sanos.
- Comprobar la influencia de la orientación del eje del astigmatismo en la agudeza visual sin corrección.

1.3.2. Objetivos del aprendizaje

- Aumentar la experiencia a la hora de refraccionar a un sujeto. Con la práctica repetida se debería obtener una mayor destreza y soltura.
- Entrar en contacto con un gran número de sujetos para aprender a tratar con ellos y ganar confianza para el futuro.
- Adquirir habilidades para la resolución de problemas y/o dificultades que puedan surgir durante la investigación.
- Aprender a interpretar los resultados y sacar conclusiones válidas en base a los resultados y la bibliografía.

Material y método

2.1. Sujetos

Criterio de inclusión: En el estudio fueron incluidos un total de 71 pacientes voluntarios sanos, elegidos de forma no sistémica, emétopes y amétopes, tanto miopes, hipermétropes como astigmáticos, con ametropías puras y mixtas.

Criterios de exclusión: Se excluyeron a todos aquellos pacientes que presentaban alguna enfermedad ocular, opacidades en córnea, protrusiones corneales, ambliopes, pacientes sometidos a cirugía ocular o con tratamientos que pudieran afectar la fisiología del ojo. También fueron excluidos aquellos pacientes que comienzan a tener o tienen presbicia, es decir, aquellos sujetos mayores de 45 años, para evitar errores.

Todos fueron previamente informados y dieron su consentimiento (en el caso de los menores de 16 años se informó y obtuvo el consentimiento de sus tutores).

Se han considerado emétopes a sujetos con refracciones entre $-0,50$ y $+0,75D$, hipermétropes $>+0,75D$ y miopes $<-0,50D$, todos ellos sin cilindro. Los astigmatismos miópicos incluyen los miópicos simples y compuestos, y los astigmatismos hipermetrópicos, todos ellos simples.

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico Universitario del SACYL y la Universidad de Valladolid (Anexo IV). Todos los sujetos que participaron en el estudio dieron su consentimiento informado por escrito previamente a su inclusión después de haber sido informados verbalmente y por escrito.

2.2. Material e Instrumentos

El material ha sido un cuaderno de recogida de datos en el que se incluye:

- Hoja de información para el sujeto (Anexo I)
- Consentimiento informado (Anexo II)
- Hoja de recogida de datos (Anexo III)

El estudio se realizó en los gabinetes optométricos de los que dispone el Aulario de la Facultad de Ciencias de Valladolid. Se eligió un mismo gabinete para la medida de la AV en todos estos casos.

Se empleó un Foróptero (VT-200, Topcon, Japón) para corregir y simular las ametropías y un proyector de optotipos de Snellen (ACP-7, Topcon, Japón) proyectando a más de 5 metros del sujeto.

En el caso de los sujetos con refracción se utilizó un frontofocómetro para comprobar su refracción habitual (Nidek LM-350 (Japón)).

También se incluyeron sujetos clientes de las ópticas María Simón Óptica y Centro Óptico Doctrinos (centros en los que las alumnas estaban realizando sus prácticas en empresa) con el consentimiento tanto de los participantes como de los tutores académicos respectivos de las prácticas en empresas, y aprobado por el comité ético (Anexo IV). En estos casos el material empleado fue en óptica María Simón un

Foróptero (Rodenstock Phorovist200) y proyector de optotipos de Snellen (CV1000P, Rodenstock, Alemania). Y en Centro Óptico Doctrinos un Foróptero (Rodenstock Phorovist200) y pantalla de optotipos (Chart Panel TCP 3000P).

La refracción se verificó realizando un examen que incluyó refracción objetiva [empleando un retinoscopio de franja Beta (Heine, Alemania)] refinada con una refracción subjetiva siguiendo el procedimiento estándar.¹

2.3. Procedimiento

La investigación se realizó conjunta con Silvia Rivera, empleando los mismos pacientes y datos para el posterior análisis de los resultados. Se incluirán a lo largo del documento referencias a su TFG (*Efecto entre la magnitud del defecto refractivo en la agudeza visual sin corrección. Utilidad en el proceso de refracción*).

En primer lugar, se explicó a los sujetos voluntarios las características del estudio y fueron informados del procedimiento que se iba a seguir, además de entregarles la Hoja de información (Anexo II) para resolver toda posible duda, y seguidamente proceder a la firma del consentimiento informado (Anexo I).

Se tomó la AV sin corrección a los sujetos con distintas ametropías, la propia del ojo en caso de ser un sujeto amétrope y otras simuladas mediante lentes en el foróptero.

El error refractivo del sujeto, se estimó teniendo en cuenta la AV con su corrección en gafa para saber si la corrección que el paciente llevaba estaba actualizada o no. Es decir, si el paciente tenía una AV de unidad o mayor, se tomó como error refractivo la refracción que llevaba en gafa medida con el frotocómetro. Por el contrario, si no alcanzaba unidad, se realizó una refracción subjetiva hasta obtener la máxima AV, y se tomó este resultado como el error refractivo.

Como previsiblemente no es posible obtener una muestra con todas las combinaciones esferocilíndricas posibles se decidió simular diferentes ametropías de forma randomizada empleando las lentes en el foróptero y proyectando los optotipos para identificar la AV sin corrección que provocaría esta ametropía simulada. Para esta simulación de ametropías, en primer lugar, se corrigió el error refractivo del ojo para posteriormente inducir el defecto refractivo deseado mediante lentes positivas en el caso de la simulación miópica, o esferas negativas para la simulación hipermetrónica. En el caso de los astigmatismos, tan solo se han simulado en el estudio astigmatismos simples, añadiendo cilindros negativos para inducir un astigmatismo hipermetrónico y cilindros negativos con la esfera positiva adecuada (esferocilíndrica negativa de un cilindro positivo) para inducir astigmatismos miópicos. En todos los casos para la misma magnitud de cilindro se han simulado ametropías en tres ejes diferentes (a 180°; 45° y 90°) para analizar el efecto de la orientación del eje sobre la AV sin corrección.

Con el objetivo de facilitar el manejo estadístico de los valores de AV se siguieron los siguientes criterios para anotar los valores de AV sin corrección. Se tomó como criterio apuntar la última línea de optotipos de la que los sujetos fueron capaces de leer dos o más letras. Por ejemplo, en el caso de un sujeto que ve $AV = 0,7^{+2}$ se toma como $AV = 0,8$, pero en el caso de ver $AV = 0,7^{+1}$ se anota como una AV de 0,7. Los valores de AV menores de 0,05 se tomaron como 0,05.

2.4. Análisis estadístico

Se ha realizado el análisis estadístico con el programa SPSS 17.0 (Windows). La normalidad de los datos se determinó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov tomando un valor $P > 0,05$ para una distribución normal de la muestra y así seleccionar el contraste estadístico más adecuado.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos de AV y refracción mediante la media, desviación estándar y el intervalo de confianza al 95%.

Se ha correlacionado el valor de AVsc con el valor de esfera para toda la población estudiada (refracciones reales y simuladas) y por grupo de ametropías para determinar el grado de correlación entre la AVsc y el valor esférico.

Se determinó el efecto de la orientación del eje (con tres orientaciones simuladas a 180° , 45° y 90°) sobre la AV comparando el valor de AV sin corrección mediante un ANOVA de Kruskal-Wallis tomando un valor de $P < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Por último, se ha determinado el valor de esfera y cilindro esperable (calculando el intervalo de confianza al 95%) en diferentes niveles de AV sin corrección (AVsc) agrupados en 6 niveles desde $<0,2$; $0,2$ a $0,4$; $>0,4$ a $0,6$; $>0,6$ a $0,8$; $>0,8$ a $1,0$ y $>1,0$

Resultados

3.1. Resultados

Se incluyeron un total de 71 sujetos con edad media de $23,59 \pm 6,05$ (16 a 44) años con una refracción esférica media de $-2,00 \pm 1,79$ D (-7,25 a +1,00) y un cilindro medio de $-1,00 \pm 1,02$ D (-4,50 a -0,25).

A estos sujetos se les simuló un total de 303 refracciones con una esfera media de $-0,03 \pm 2,21$ D (-3,75 a +4,00) y un cilindro medio de $-0,05 \pm 1,54$ D (-2,75 a +2,75).

3.1.1. Correlación de la AV con esfera y cilindro.

Se ha representado gráficamente la correlación entre la AV sin corrección y ametropía tanto de forma global como en cada grupo de ametropía (emétropes, miopes, hipermétropes, astigmatismos miópicos e hipermetróticos) para identificar si existe una tendencia (regresión lineal) que ajuste la nube de puntos que representan los resultados, encontrando que no hay una clara correlación lineal entre la AV y la ametropía (Figuras 2 a 10).

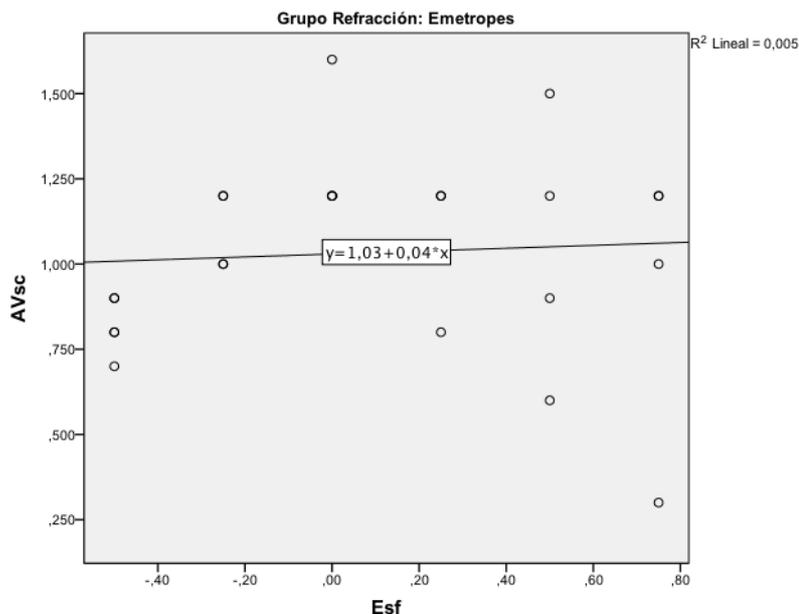


Figura 2: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de la esfera en sujetos emétropes en la que se aprecia que la AV no tiene correlación lineal con el valor de la esfera.

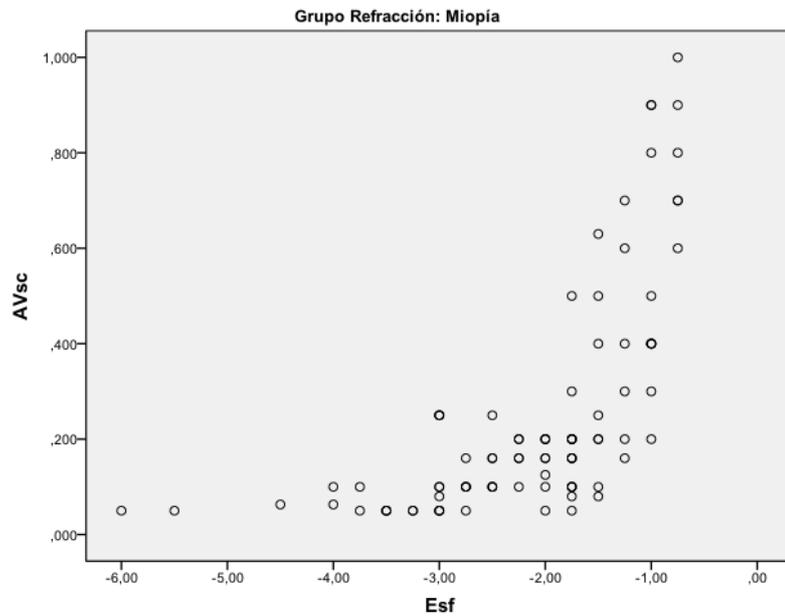


Figura 3: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de la esfera en sujetos miopes en la que se aprecia que la AV no tiene correlación lineal con el valor de la esfera. Mantiene una correlación exponencial positiva en forma de parábola.

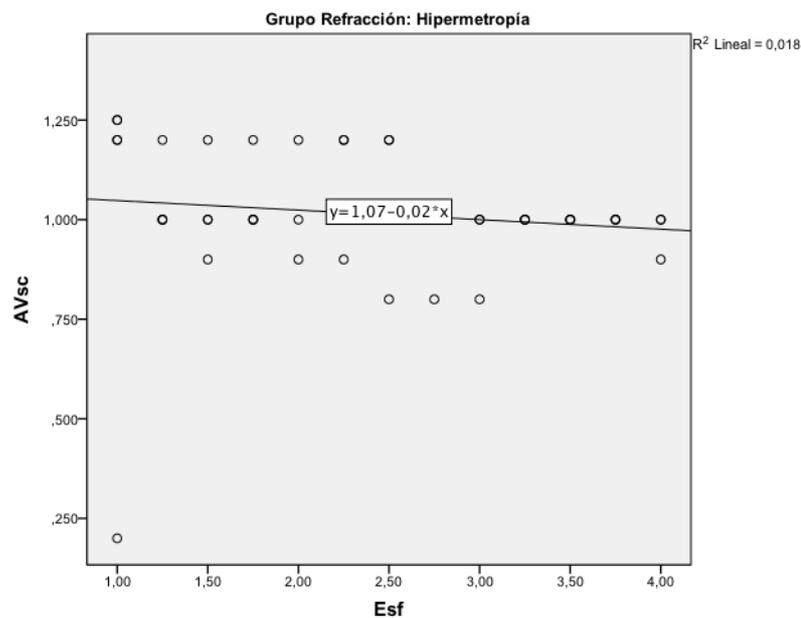


Figura 4: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de la esfera en sujetos hipermétropes en la que se aprecia que la AV no tiene correlación lineal con el valor de la esfera ya que para la mayor parte de esferas empleadas se corresponden con AV de unidad.

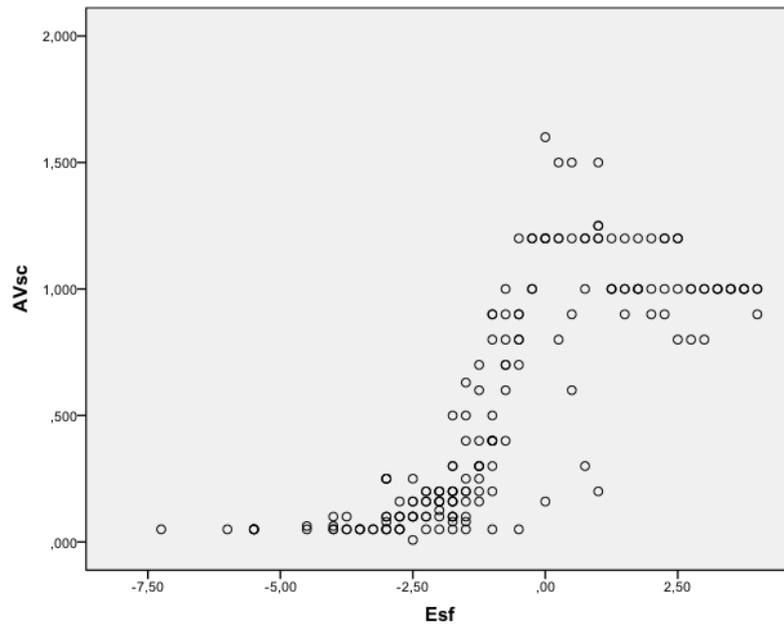


Figura 5: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de esfera (positiva y negativa) en la que se aprecia que la AV no tiene correlación lineal con el valor de la esfera.

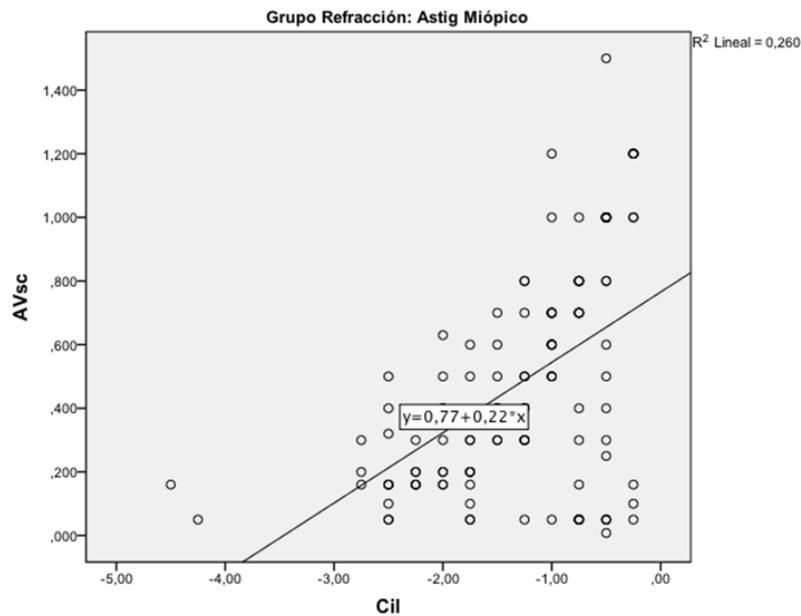


Figura 6: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de cilindro miópico en la que se aprecia que la AV tiene correlación lineal con el valor del error refractivo.

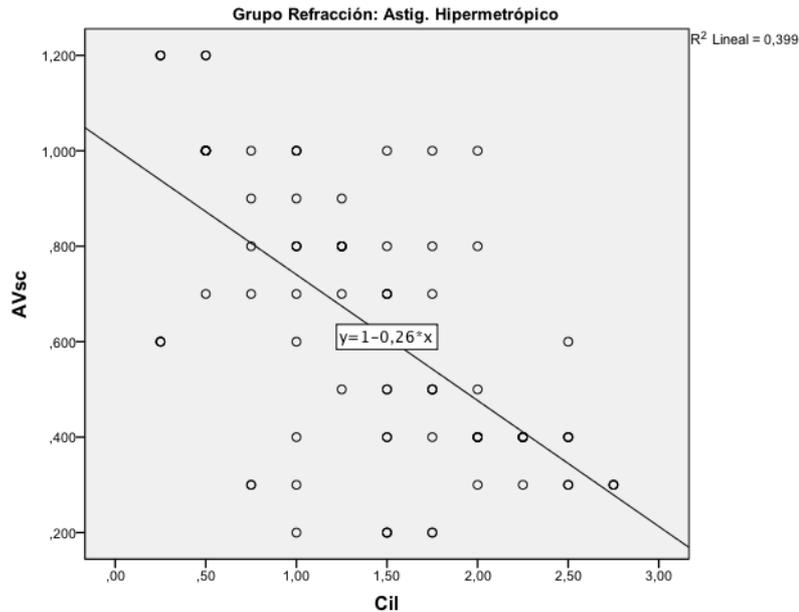


Figura 7: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de cilindro hipermetrópico en la que se aprecia que la AV presenta correlación lineal con el valor del cilindro.

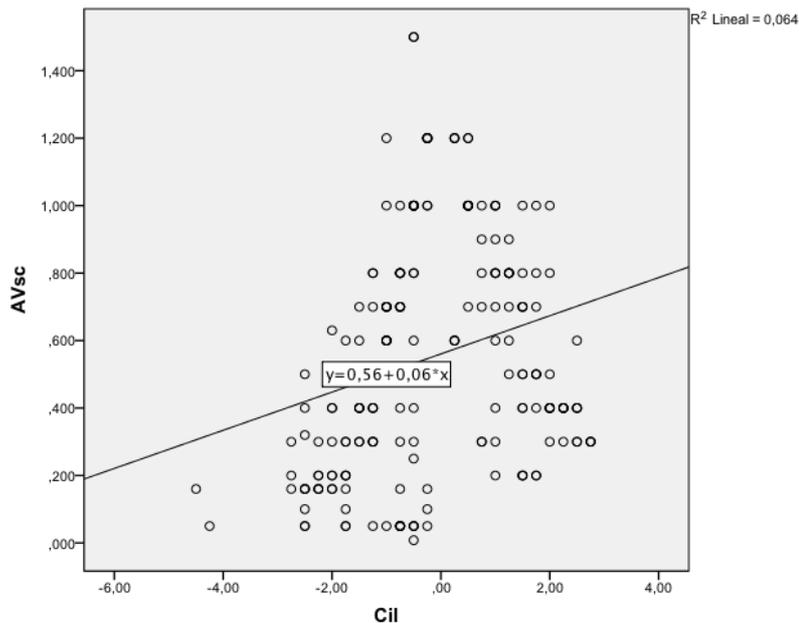


Figura 9: Representación gráfica de la AVsc frente al valor de cilindro (positivo y negativo) en la que se aprecia que la AV no tiene correlación lineal con el valor cilíndrico.

Se ha representado la AVsc en función de la ametropía (Figura 10) que muestra claramente que, como cabría esperar, los emétopes e hipermétropes muestran el menor efecto sobre la AV mientras que los miopes muestran un mayor impacto sobre su AV. Además, los astigmatismos hipermetrópicos afectan menos a la AV que los astigmatismos miópicos, aunque sin presentar diferencias tan grandes como en las refracciones esféricas. Esto es consecuencia de que una gran parte de la muestra se trata de sujetos jóvenes que, en el caso de ser hipermétropes, tienen una muy buena AV debido a su capacidad de acomodación.

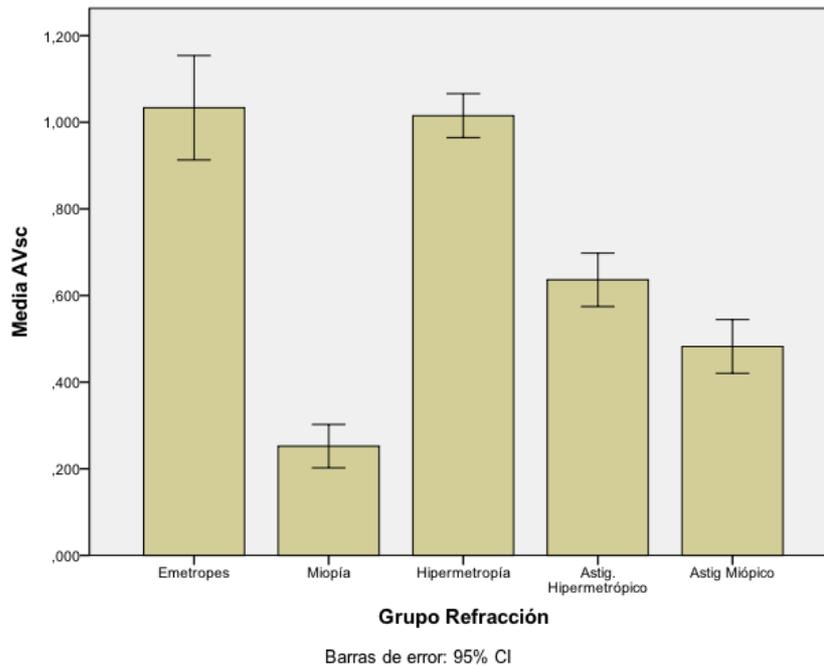


Figura 10. Histograma, representación gráfica de la AVsc en cada grupo de ametropía.

3.1.2. Efecto sobre la AV del eje (refracción simulada)

No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($P=0,16$) en el valor de AV sin corrección que proporcionan los astigmatismos simulados a 180° , a 45° o a 90° (Tabla 3) (Figura 1).

	Agudeza Visual (AV)	Intervalo de Confianza (IC) 95%	Tabla 3: Comparación de la AV con diferentes ejes en el cilindro. Se representa media \pm SD (Intervalo de confianza 95%). * Test ANOVA de Kruskal-Wallis.
Eje a 180°	0,624 \pm 0,351	IC (0,548 / 0,701)	
Eje a 90°	0,610 \pm 0,302	IC (0,532 / 0,688)	
Eje a 45°	0,527 \pm 0,341	IC (0,452 / 0,603)	
P*	0,16		

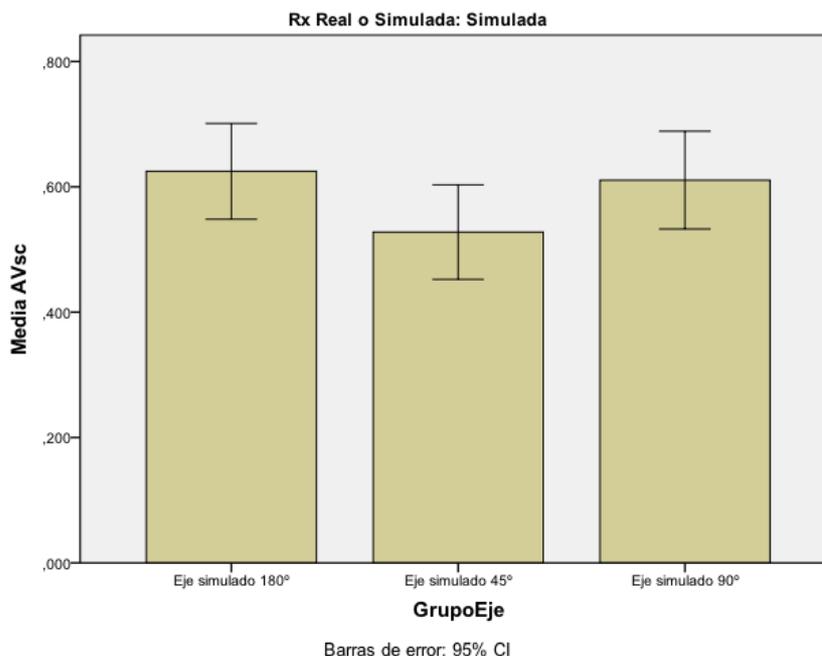


Figura 1: Histograma representando el valor de AVsc inducida por el mismo cilindro a distintos ejes.

3.1.3. Cálculo de la esfera y el cilindro en función de la AV

Dado que se ha encontrado que algunas ametropías no guardan una correlación lineal con la AV se ha realizado un análisis para identificar la ametropía esférica y cilíndrica esperable por niveles de AV calculando el intervalo de confianza al 95% para la esfera y el cilindro en cada nivel de AV (Tabla 4). También añadir, que en el TFG colaborador de Silvia Rivera (*Efecto entre la magnitud del defecto refractivo en la agudeza visual sin corrección. Utilidad en el proceso de refracción*) se comparan los resultados de esta investigación con los incluidos en la Tabla1 obteniendo diferencias significativas entre ambos datos e impulsando también a la creación de una nueva tabla. Esta tabla podría representar de forma más realista la estimación de la ametropía a partir del valor de la AVsc.

AV	Esfera	Cilindro
<0,05	> -3,00 D	>-2,00D
>0,05 – 0,2	-3,00 a -2,30 D	-1,75 a -0,90 D
>0,2 – 0,4	-1,90 a -1,00 D	-0,25 a -0,80 D
>0,4 – 0,6	-1,80 a -0,10 D	-0,70 a +0,35 D
>0,6 – 0,8	-0,90 a +1,40 D	-0,25 a +0,50 D
>0,8 – 1,0	+1,40 a +2,40 D	-0,01 a +0,60 D
>1,0	+0,50 a +1,20 D	-0,40 a +0,15 D

Tabla 4.- Valores de esfera y cilindro calculados a partir del intervalo de confianza al 95% de la muestra real y simulada.

Discusión

El presente estudio se ha llevado a cabo para comprobar la relación entre el defecto refractivo y la AVsc, y ver su utilidad en el proceso de refracción, objetiva y subjetiva.

4.1. Correlación de la AV con esfera y cilindro

En relación con la correlación que presenta la AV y los distintos valores de esfera y de cilindro, cabe señalar, que, como era de esperar, son los miopes (con una correlación parabólica), y los astigmatismos miópicos (con correlación lineal) los que más correlación presentan, puesto que a mayor ametropía miópica, peor AV se refiere, como ya se citó anteriormente. Aun así, los resultados no son los que cabría esperar ya que en vez de aumentar la ametropía a la par que la agudeza visual disminuye, siguen un patrón más disperso, lo cual indica que hay varios datos que se salen de la correlación lineal ideal.

En el caso de los emétopes, no siguen una correlación lineal ya que son sujetos cuya agudeza visual se mantiene siempre en torno a la unidad

Para los hipermétropes, debido al componente acomodativo que ponen en juego los sujetos voluntarios, se observa que, a medida que aumenta la esfera hipermetrópica la AV no varía mucho, debido a que acomodan para aclarar la imagen. Pero realmente, si se tratase de sujetos con menor amplitud de acomodación, o se hubiera podido evitar que acomodasen (instilando ciclopléjicos), los resultados obtenidos se acercaría más a una correlación lineal respecto a la AV. Por el contrario, el astigmatismo hipermetrópico sí presenta correlación lineal, en patrón de nube, sobre todo a medida que aumenta la ametropía, debido a que a estos sujetos les resulta más difícil aclarar la imagen ya que no es suficiente con estimular la acomodación, sino que entra en juego el desdoblamiento de la imagen por la diferencia de potencia entre meridianos¹.

4.2. Efecto sobre la AV del eje (refracción simulada)

Se incluyeron sujetos a los que se les simulaban astigmatismos (sin componente esférico) a distintos ejes, dada la falta de astigmatismos simples reales en estos sujetos. En este caso, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas, siendo similares todas las AV, independientemente de simular el astigmatismo hacia un meridiano u otro del ojo. Sin embargo, durante el periodo de medidas comparando subjetivamente distintos sujetos a los que se les simulaban ametropías cilíndricas simples, destaca que los resultados fueron muy variados de una persona a otra. Se encontraron casos en los que el cambio en la orientación del eje no generaba ninguna variación destacable en la agudeza visual. Por el contrario, otros pacientes referían disminución de hasta tres líneas al cambiar la orientación del eje. Por ello tampoco sería correcto estimar el mismo error refractivo para todos los ejes. Los resultados estadísticos muestran una probabilidad aceptable del 16% pero, ¿sería correcto emplear como método de estimación una tabla que solo acertará en 16 de cada 100 pacientes? Es necesario tener en cuenta otros factores como la posición del eje, el astigmatismo corneal, el diámetro pupilar, la sensibilidad al contraste o la aberración ocular, que varían de un sujeto a otro, y que en este estudio no han sido controlados.¹

4.3. Cálculo de la esfera y el cilindro en función de la AV

Como se ha comprobado durante el estudio de la correlación, la agudeza visual y ametropía no siguen una correlación lineal. Es decir, no aumenta la refracción a medida que disminuye la agudeza visual de una forma tan ideal como nos hace pensar la Tabla 1, en la que a mayor esfera o cilindro (tanto positivo como negativo) menos agudeza visual. Esto hace que la veracidad de la tabla sea dudosa. Con todos los resultados obtenidos durante la investigación, se propuso crear una nueva tabla cambiando los criterios de organización de datos con el fin de obtener un método más útil de estimación refractiva (Tabla 4).

En primer lugar, se planteó cambiar la estructura de la tabla para incluir todas las agudezas posibles que ofrecen los sistemas de proyección. Se decidió organizar las AV en rangos y a continuación la ametropía correspondiente en esfera o cilindro. Mientras que la tabla original ofrece una ametropía fija para cada AV incluida, y por ello se pensó en hacer también rangos para el error refractivo estimado solucionando el problema de la correlación. De esta forma no proporcionará un valor exacto de la ametropía, pero sí se acercará a los valores entre los que se debería encontrar la ametropía. Se trata de una opción factible ya que la finalidad de la tabla no es conocer la ametropía exacta, si no servir de guía a la hora de realizar tanto la refracción objetiva como la subjetiva, especialmente en optometristas noveles o estudiantes.

También surgieron inconvenientes en esta nueva organización. Los resultados que fueron incluidos en ella son los obtenidos en el estudio estadístico de los datos, y los rangos de ametropías para cada AV en ocasiones se solapan, incluyendo intervalos de refracciones iguales para distintas agudezas visuales, es decir una persona con una AV de 0,5, podría tener un error refractivo de -0,50D; pero una persona con 0,7 de AV, también podría tratarse de un amétrope -0,50D.

Tampoco se incluyen errores refractivos elevados, ya que este tipo de sujetos fueron eliminados del estudio, debido a que no alcanzaban a ver si quiera 0,05 de agudeza visual. Lo que quiere decir que si la AV $< 0,05$, el error refractivo probablemente será $> 3,50D$.

En algunas AV los valores son poco realistas. Por ejemplo, examinando la columna de la esfera, según la Tabla 4 solo se incluyen miopes en AV iguales o inferiores a 0,8, y para agudezas visuales superiores se les considera hipermétropes, por tanto, no existen miopes bajos con una AV buena. Esto en la práctica real podría ser interpretado para realizar un fogging monocular; por ejemplo, si un sujeto (miope de -0,50D) llega con una AV de 0,9. Guiándonos de la tabla, se pensaría que se trata de un amétrope de entre +1,40 a +2,40D, lo que llevaría a hacer un fogging monocular, y finalmente se obtendría un error refractivo de -0,50D. Pero sí podría haberse tratado de un hipermétrope con buena AV, por lo que la tabla sugiera realizar un fogging no es mala opción para evitar errores en la refracción.

Además, según la Tabla 4, no hay hipermétropes de más de 2,40D, y todos con AV mayores de 0,6. Pero esto es debido a que todos nuestros sujetos eran jóvenes y ponían en juego su acomodación cuando se les simulaba ametropías positivas. Por lo que la Tabla 4 no se podría aplicar en sujetos mayores de 45 años.

Examinando la columna del cilindro el principal problema es que de AV 0,4 a unidad no discrimina si se trata de un astigmatismo miópico o hipermetrópico, lo que puede ayudar poco a la hora de orientar la refracción del sujeto.

Otra limitación importante en la tabla, es la exclusión de sujetos que presenten tanto componente esférico como cilíndrico para los que la Tabla 4 no ofrece una aproximación de cada componente, sino un valor de esfera o de cilindro independientes el uno del otro, cuando la gran mayoría de personas tiene tanto esfera como cilindro, aunque el componente cilíndrico sea mínimo.

4.6. Limitaciones

Este estudio no ha estado exento de limitaciones y problemas que han ido surgiendo, por ello se destacan los que pueden presentar una mayor influencia en los resultados y conclusiones obtenidas:

En primer lugar, debido al reducido tiempo disponible para la realización de este trabajo, se ha incluido un bajo tamaño muestral que no incluye todas las combinaciones esferocilíndricas posibles para comprobar la fiabilidad de la tabla, por lo que se tuvieron que realizar simulaciones de las distintas ametropías necesarias.

Estas simulaciones se realizaban varias veces en un mismo sujeto empleando las lentes en el foróptero y proyectando los optotipos para identificar la AVsc que provocaría esta ametropía simulada. Y esto supone dos problemas: el primero que al tratarse de los mismos optotipos en todas las simulaciones, llega un momento en el que el sujeto puede llegar a aprenderse los optotipos y no es tan fiable. Y el segundo está relacionado con el propio sujeto, que, tras unas cuantas simulaciones, y cambiarle las ametropías varias veces pueden ocasionar fatiga visual, lo que afectaría a los resultados.

También cabe señalar, que al realizar las pruebas en diferentes gabinetes (en el Aulario de Ciencias, María Simón Óptica y Centro óptico Doctrinos), y no tratarse de las mismas condiciones en todos ellos, ya sea la distancia a los optotipos, el tipo de test de AV o la iluminación, pueden variar los resultados, al no ser igual una AV de 0,8 en un sitio que en otro por falta de calibración y estandarización.

Otra de las limitaciones a señalar es que al tratarse de una muestra joven, al realizar las simulaciones hipermetrópicas las AV obtenidas eran de unidad debido a su capacidad acomodativa. Esto podría indicar que la Tabla 1, no tiene en cuenta este factor de acomodación, y que no debería aplicarse en el caso de hipermétropes jóvenes.

Sería interesante poder continuar el estudio analizando un mayor grupo de pacientes y correlacionar los resultados con otros factores que también tienen efecto sobre la visión, influyen en la medida de la AV y que no se han podido controlar, como es la colaboración del paciente, el uso de distinto material, el astigmatismo interno, las aberraciones oculares, la edad, la iluminación de la sala, el contraste del test, las experiencias previas o el tamaño del diámetro pupilar. Este último factor toma una gran importancia ya que sujetos con pupilas midriáticas podría referir agudezas visuales más bajas que un sujeto con pupilas más mióticas, incluso la aberración ocular en el interior del ojo se vería aumentada; esto sucede porque unas pupilas pequeñas producen un efecto estenopeico mayor, permitiendo alcanzar mayor AV.⁴

Conclusiones

5.1. Conclusiones académicas

En conclusión:

- Se ha comprobado que, a mayor ametropía, tanto esférica como cilíndrica, la AV no siempre disminuye de forma lineal. En miopía la AV está más afectada que en hipermetropía debido al componente acomodativo. En el caso de las ametropías cilíndricas, la AV afecta más a los astigmatismos miópicos que hipermetrópicos, pero no siendo tan notable la diferencia como en las ametropías esféricas.
- La orientación del eje del astigmatismo no tiene un efecto significativo sobre la AVsc, existiendo, por lo general, pocas diferencias de visión entre los distintos cambios de orientación del eje en un mismo sujeto.

5.2. Conclusiones del aprendizaje

Se adquirió:

- Más habilidad para refraccionar a los pacientes voluntarios, disminuyendo notablemente el tiempo empleado.
- Se adquirió confianza a la hora de tratar con los sujetos que acudieron como voluntarios.
- Mejoró la capacidad de resolver limitaciones y problemas tanto en el proceso de medición con los pacientes, organización del trabajo como en la evaluación de conclusiones.
- Mejoró la habilidad para entender e interpretar los resultados estadísticos en gráficos y tablas extrayendo conclusiones y poniendo solución a las limitaciones.

Agradecimientos

Le doy las gracias especialmente a mi compañera Silvia Rivera por colaborar en el proyecto y por todo el tiempo invertido tanto en el gabinete como en la solución de problemas, donde fue una gran ayuda. También agradecer la participación a todos los voluntarios que sacaron un poco de tiempo para formar parte de este estudio y a Centro Óptico Doctrinos por aceptar la propuesta de participación en la investigación. Y por último gracias a mi tutor, Raúl Martín, por todo el tiempo que ha dedicado y por sus numerosas correcciones.

Bibliografía

1. Martín R, Vecilla G; Manual de Optometría; Madrid: Panamericana;2010.
2. Franklin A; Subjetive refraction: Principles and Techniques for the Correction of Spherical and Astigmatic Ametropias; Keirl A, Christie C; Clinical Optics and Refraction; Edimburgo: Elsevier; 2007: pag. 103 y 114
3. Martin R, Buckhurst H. Clinical Optometry Skills 1, OPT10⁵ 2015-2016 Lab workbook. University of Plymouth, UK 2015
4. Coco R, Herrera J; Manual de baja visión y rehabilitación visual; Madrid: Panamericana; 2015.

Abreviaturas

AV: Agudeza Visual

AVsc: Agudeza Visual sin corrección

Rx: Refracción

IC: intervalo de confianza

SD: Desviación estándar

Anexo 1.- Hoja de información al voluntario



HOJA DE INFORMACIÓN

Proyecto: Relación entre el defecto refractivo y la agudeza visual sin corrección. Utilidad en el proceso de refracción (subjetiva y objetiva).

Introducción y propósito del estudio

Usted está siendo invitado/a a participar en un estudio para conocer como es su visión y su graduación. La investigación estará dirigida y supervisada por el profesor Dr. Raúl Martín de la Universidad de Valladolid.

Su participación en este estudio ayudará a entender mejor como afecta a la visión el tipo de refracción (miopía, hipermetropía o astigmatismo) y su magnitud; ayudando a mejorar el proceso de formación de los alumnos del Grado en Óptica y Optometría de la Universidad de Valladolid e incluso pudiendo proponer nuevas maneras de mejorar la refracción de sus ojos en el futuro. Antes de que Ud. decida participar en este estudio es importante que Ud. entienda lo que le solicitamos, por lo que le pedimos que por favor lea cuidadosamente la siguiente información y la comente con el equipo investigador si Ud. lo desea.

¿Qué debo hacer si deseo participar en este estudio?

Si Ud. está interesado/a en formar parte de este estudio, es necesario que complete el consentimiento informado que se adjunta. Después se realizará la revisión optométrica de sus ojos y se guardarán los datos de su edad, sexo, visión (agudeza visual) y refracción para su análisis estadístico garantizando en todo momento su anonimato. Además, podremos medir su visión con diferentes graduaciones para completar el estudio. Su participación en el estudio no le llevará más de 15 y 20 minutos extras a los necesarios para completar una refracción estándar.

¿Debo formar parte de este estudio obligatoriamente?

No, en absoluto. Ud. es libre de decidir si participa o no en este estudio, además Ud. puede dejar de formar parte en este estudio en cualquier momento, sin necesidad de justificar esta decisión y sin que esto suponga ningún problema o repercusión.

¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de este estudio?

El equipo investigador no puede garantizar que la participación en este estudio pueda ayudarlo personalmente. Sin embargo, los resultados que esperamos obtener nos permitirán entender mejor la relación entre la visión y la refracción y su utilidad para mejorar el proceso formativo de los alumnos del Grado en Óptica y Optometría de la Universidad de Valladolid.

¿Qué ocurrirá con la información que Ud. nos facilite?

La información que UD. facilite será utilizada en el análisis estadístico de los datos. Toda la información se almacenará informáticamente y se manejará exclusivamente por personal autorizado del equipo investigador, garantizando la confidencialidad y anonimato en todo momento.

¿Se va a mantener la confidencialidad de mi participación en el estudio?

Por supuesto. El equipo investigador respetará y cumplirá la legislación vigente en materia de protección de datos a nivel nacional y europeo y toda la información que Ud. facilite en el estudio será confidencial. Sus datos personales se protegerán y ninguna información que permita su identificación será compartida con ningún tercero ajeno al equipo investigador. Ninguna referencia personal se incluirá en los informes, reportes o publicaciones finales.

¿Quién organiza y financia este proyecto de investigación?

Este proyecto de investigación está coordinado por la Universidad de Valladolid.

¿Qué ocurrirá con los resultados de este estudio?

Los datos de este proyecto se analizarán por el equipo investigador para presentar sus resultados en congresos y publicaciones científicas, garantizando el anonimato de los sujetos participantes como se ha señalado anteriormente.

¿Quién ha revisado el estudio?

El proyecto de investigación se ha evaluado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud Valladolid – Este. Su consentimiento para participar en este estudio implica obtener su firma en el Consentimiento Informado adjunto a este documento.

Información de Contacto

Si Ud. requiere información adicional por favor siéntase libre de preguntar todas sus dudas al equipo investigador coordinado por el profesor Dr. Raúl Martín Herranz (raul@ioba.med.uva.es) de la Universidad de Valladolid.

¿Cuál es el siguiente paso?

Si Ud. decide participar en este estudio después de leer esta hoja de información, por favor complete el formulario de Consentimiento Informado y fírmelo. El equipo investigador le facilitará una copia y no dude en realizar cuantas preguntas considere necesarias.

Muchas gracias por su tiempo para leer esta hoja de información del proyecto de investigación que se propone.

Anexo 2.- Consentimiento informado

UVa

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Proyecto: Relación entre el defecto refractivo y la agudeza visual sin corrección. Utilidad en el proceso de refracción (subjativa y objetiva).

Dº/Dª _____ (nombre y apellidos) con DNI _____, estoy de acuerdo en participar en este estudio dirigido por el profesor Dr. Raúl Martín de la Universidad de Valladolid. Confirmando que he leído la hoja de información adjunta y he entendido la naturaleza del estudio y la naturaleza de mi participación, así como que he tenido la oportunidad de preguntar y aclarar todas mis dudas con el equipo investigador. También entiendo que:

- Mi participación en el estudio es voluntaria y que soy libre de abandonar el estudio en cualquier momento sin necesidad de dar ninguna razón.
- Toda la información que facilite al equipo investigador será tratada confidencialmente y se almacenará de forma segura por el equipo investigador.
- Cualquier información que facilite será utilizada con fines exclusivamente investigadores del proyecto y no podrá emplearse para ningún otro propósito.

En _____, a _____ de _____ de 20____.

Firma del Participante
Investigador

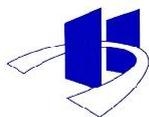
Firma del testigo (si procede)

Firma del

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO (CONTACTAR CON EL INVESTIGADOR PRINCIPAL)

Yo _____ revoco el
consentimiento de participación en el estudio, arriba firmado con fecha _____.

Anexo 4.- Hoja comité ético



COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE (CEIC-VA-ESTE-HCUV)

Valladolid a 23 de febrero de 2017

En la reunión del CEIC ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE del 23 de febrero de 2017, se procedió a la evaluación de los aspectos éticos del siguiente proyecto de investigación.

17-557 TFG NO HCUV	RELACIÓN ENTRE EL DEFECTO REFRACTIVO Y LA AGUDEZA VISUAL SIN CORRECCIÓN. UTILIDAD EN EL PROCESO DE REFRACCIÓN (SUBJETIVA Y OBJETIVA).	I.P.: RAÚL MARTÍN HERRANZ EQUIPO: SILVIA RIVERA GÓMEZ, TERESA SASTRE VIZÁN, IVÁN GONZÁLEZ LÓPEZ Y SARA ORTIZ TOQUERO ÓPTICA (UVA) RECIBIDO: 13-02-2017
--	---	---

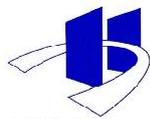
A continuación les señalo los acuerdos tomados por el CEIC ÁREA DE SALUD VALLADOLID – ESTE en relación a dicho Proyecto de Investigación:

Considerando que el Proyecto contempla los Convenios y Normas establecidos en la legislación española en el ámbito de la investigación biomédica, la protección de datos de carácter personal y la bioética, se hace constar el **informe favorable** y la **aceptación** del Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud Valladolid Este para que sea llevado a efecto dicho Proyecto de Investigación.

Un cordial saludo.

F. Javier Álvarez

Dr. F. Javier Álvarez.
CEIC Área de Salud Valladolid Este –
Hospital Clínico Universitario de Valladolid
Farmacología
Facultad de Medicina,
Universidad de Valladolid,
c/ Ramón y Cajal 7,
47005 Valladolid
alvarez@med.uva.es,



423077

jalvarezgo@saludcastillayleon.es

tel.: 983

