

**VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO
Y CORRECCIÓN DE PRESBICIA EN PERSONAS ENTRE
40 Y 65 AÑOS DE EDAD**

LIZBETH ALEXANDRA ACUÑA MERCHÁN, OD.



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA
BUCARAMANGA
2.006**

**VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO
Y CORRECCIÓN DE PRESBICIA EN PERSONAS ENTRE
40 Y 65 AÑOS DE EDAD**

LIZBETH ALEXANDRA ACUÑA MERCHÁN OD.

**Trabajo de grado para optar al título de:
MAESTRA EN EPIDEMIOLOGÍA**

**Director
LUIS CARLOS OROZCO VARGAS, MD MSc**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE MEDICINA - DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGIA
BUCARAMANGA
2.006**

DEDICATORIA

A mi esposo por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A mi hijo quien es mi inspiración y la razón de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

La autora de este proyecto expresa sus agradecimientos a:

Mi gran maestro, el Dr. Luís Carlos Orozco por sus sabias enseñanzas y su constante y valioso apoyo para mi crecimiento profesional y personal.

Myriam Orostegui y al cuerpo de docentes por la orientación aportes y respaldo para culminar satisfactoriamente este proceso de formación.

Lucy Esperanza por su paciencia, colaboración y dedicación en la realización de este proyecto.

RESUMEN

TÍTULO: VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS MÉTODOS PARA DIAGNÓSTICO Y CORRECCION DE PRESBICIA EN PERSONAS ENTRE 40 Y 65 AÑOS DE EDAD*

AUTORA: ACUÑA MERCHAN , Lizbeth Alexandra*

Palabras clave: Presbicia, método estimado monocular, retinoscopia de Nott, método subjetivo, validez y reproducibilidad.

Introducción: En Colombia la prevalencia de presbicia en la población general es 27.2%. Para determinar el diagnóstico y corrección de esta condición, se utilizan diferentes métodos de los cuales se desconoce su validez y reproducibilidad.

Objetivo: Determinar la validez y reproducibilidad de los métodos de diagnóstico y corrección de presbicia en personas entre 40 y 65 años de edad.

Materiales y Métodos: Estudio de evaluación de tecnología diagnóstica. Muestreo de tipo corte transversal. Dos optómetras aplicaron en 226 personas entre 40 y 65 años de edad, el método estimado monocular (MEM), la retinoscopia de Nott y el método subjetivo del lente de prueba, para determinar la adición necesaria para visión próxima. Los observadores fueron enmascarados garantizando que uno no conociera el resultado del otro. Se determinó la reproducibilidad entre los evaluadores y entre los métodos por medio del Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) y se establecieron los límites de acuerdo de Bland y Altman. El método más reproducible y el que presentó mejor acuerdo fue seleccionado como diagnóstico o estándar de oro para evaluar la validez de las pruebas por medio de los índices de calidad de la sensibilidad, (K1,0), especificidad (K0,0) y eficiencia (K0,5).

Resultados: La reproducibilidad entre-evaluador en Nott fue de CCI=0.91 (IC95% 0.89-0.93) en el ojo derecho y CCI=0.913 (IC95% 0.88-0.93) en el ojo izquierdo. El límite de acuerdo fue ± 0.25 . Al determinar la reproducibilidad entre Nott y MEM se obtuvo un CCI=0.85 (IC95% 0.80-0.88) y el acuerdo fue de ± 0.5 D. Entre Nott y el método subjetivo el CCI fue de 0.53 en ambos ojos y el acuerdo ± 0.75 D. Los índices K (1,0) para MEM se presentaron entre 0.62 y 0.91 en ambos ojos y los K (0,0) entre 0.10 y 0.39 en el ojo derecho y entre 0.12 y 0.43 en el izquierdo, mientras en el método subjetivo los K (1,0) y K (0,0) fueron negativos.

Conclusión: El método subjetivo no es un método válido. MEM es una prueba válida pero no es adecuada o un "buen test". El mejor método para determinar el diagnóstico y corrección de presbicia es la retinoscopia de Nott debido a su alta reproducibilidad y a que su acuerdo es clínicamente aceptable.

* Trabajo de investigación

* Facultad de Salud. Escuela de Medicina, Departamento de Salud Pública, Maestría en Epidemiología.
Director: Luis Carlos Orozco Vargas.

SUMMARY

TITLE: VALIDITY AND REPRODUCIBILITY OF THE DIAGNOSTIC AND CORRECTION METHODS OF PRESBYOPIA IN PEOPLE BETWEEN 40 AND 65 YEARS OLD

AUTHOR: ACUÑA MERCHAN, Lizbeth Alexandra

Key words: Presbyopia, monocular estimate method, Nott retinoscopy, subjective method, validity and reproducibility.

Introduction: In Colombia the prevalence of presbyopia in the general population is 27.2%. In order to determine the diagnosis and correction of this condition, different methods are used with unknown validity and reproducibility.

Objective: To determine the validity and reproducibility of the diagnosis and correction methods of presbyopia in people between 40 and 65 years old.

Methods: Diagnostic technology evaluation study with cross sectional sampling. Two optometrists applied in 226 people between 40 and 65 years old, the monocular estimate method (MEM), the Nott retinoscopy and the subjective method of the trial lens, in order to determine the necessary addition for near vision. The observers were blinded, they don't know each other result. The reproducibility inter-rater and among the methods through the Intraclass Coefficient of Correlation (ICC) was determined and the agreement limits of Bland and Altman were established. The most reliable method and the one that presented best agreement was selected as diagnosis or gold standard to evaluate the validity of the other methods through the quality indices of the sensibility, (K1,0), specificity (K0,0) and efficiency (K0,5).

Results: The reproducibility inter-rater for the Nott was obtained with ICC=0.91(95% CI 0.89-0.93) in the right eye and a ICC=0.913 (IC95% 0.88-0.93) in the left eye. The limit of agreement was ± 0.25 D. After determine the reproducibility between Nott and the MEM, it was obtained a ICC=0.85 (95% CI 0.80 - 0.88), and the agreement was of ± 0.5 D. Between Nott and the subjective method the ICC was of 0.53 (95% CI 0.43-0.62) in both eyes and the agreement was ± 0.75 D. The indices K (1,0) of MEM were presented between 0.62 and 0.91 in both eyes and the K(0,0) between 0.10 and 0.39 in the right eye and between 0.12 and 0.43 in the left one. While in the subjective method the K (1,0) and the K (0,0) were negatives.

Conclusion: The subjective method is not a valid method while MEM is a valid test but it isn't a "good test". The best method to determine the diagnostic and presbyopia correction is the Nott retinoscopy due to its high reproducibility and its agreement that is clinical acceptance.

* Trabajo de investigación

* Facultad de Salud. Escuela de Medicina, Departamento de Salud Pública, Maestría en Epidemiología.

Director: Luis Carlos Orozco Vargas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	4
1.1 PRESBICIA Y ACOMODACIÓN	4
1.2 CLASIFICACIÓN DE LA PRESBICIA	5
1.3 INCIDENCIA, PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DE LA PRESBICIA	6
1.4 MÉTODOS PARA LA CORRECCIÓN DE PRESBICIA	9
1.4.1 Métodos objetivos	9
1.4.2 Métodos subjetivos	10
1.5 EVALUACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS	12
1.5.1 Validez	12
1.5.2 Reproducibilidad	16
1.5.3 Tipos de Muestreo	18
1.6 ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA CORRECCIÓN DE PRESBICIA	19
1.6.1 Búsqueda de información	19
1.6.2 Análisis crítico de los métodos para la corrección de presbicia	21
2. OBJETIVOS	28
2.1 OBJETIVO GENERAL	28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3. METODOLOGÍA	29
3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO	29
3.2 POBLACIÓN ESTUDIO	29
3.2.1 Tamaño de la muestra	29
3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	29
3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	30
3.5 RECLUTAMIENTO	30
3.6 VARIABLES	30
3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	32
3.7.1 Variables sociodemográficas	32
3.7.2 Antecedentes visuales y oculares.	33
3.7.3 Fecha del último control ocular.	33
3.7.4 Corrección óptica en uso	33
3.7.5 Agudeza visual habitual	33
3.7.6 Estado motor	36
3.7.7 Refracción estática	37
3.7.8 Estado refractivo con refracción estática	40
3.7.9 Agudeza visual de lejos con refracción estática.	40

3.7.10	Subjetivo monocular	40
3.7.11	Estado refractivo con refracción subjetiva monocular	41
3.7.12	Agudeza visual de lejos con la refracción subjetiva monocular	41
3.7.13	Poder Dióptrico en visión cercana	42
3.7.13.1	Método estimado monocular (MEM)	42
3.7.13.2	Retinoscopia de Nott	44
3.7.13.3	Método subjetivo del lente de prueba	45
3.7.14	Agudeza visual de cerca	46
3.7.15	Estado motor en visión cercana	47
3.7.16	Amplitud de acomodación	47
3.7.16.1	Método de Sheard	47
3.7.16.2	Método de acercamiento "push up" o Donders:	48
3.8	MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS	49
3.9	ASPECTOS ÉTICOS	51
4.	RESULTADOS	52
4.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	52
4.2	REPRODUCIBILIDAD	58
4.3	VALIDEZ	61
5.	DISCUSIÓN	64
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFIA	106
	ANEXOS	112

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descriptor de probabilidades en la evaluación de pruebas diagnósticas	15
Tabla 2. Análisis crítico de los métodos objetivos para determinar la respuesta acomodativa.	27
Tabla 3. Operacionalización de Variables	72
Tabla 4. Distribución del estado refractivo en el ojo derecho con la corrección óptica en anteojos	74
Tabla 5. Distribución del estado refractivo en el ojo izquierdo con la corrección óptica en anteojos	74
Tabla 6. Distribución del estado refractivo refracción estática ojo derecho	75
Tabla 7. Distribución del estado refractivo refracción estática ojo izquierdo	75
Tabla 8. Distribución del estado refractivo refracción subjetiva monocular ojo derecho	76
Tabla 9. Distribución del estado refractivo refracción subjetiva monocular ojo izquierdo	76
Tabla 10. Distribución de la Amplitud de Acomodación	77
Tabla 11. Distribución del poder dióptrico en visión cercana en cada prueba y por cada evaluador	77
Tabla 12. Reproducibilidad Inter-evaluador para el método estimado monocular, retinoscopia de Nott y método subjetivo en el ojo derecho e izquierdo	78
Tabla 13. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre los evaluadores en cada método y para cada ojo	78
Tabla 14. Reproducibilidad entre los métodos en el ojo derecho e izquierdo.	79
Tabla 15. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre los métodos para el ojo derecho y el ojo izquierdo.	79
Tabla 16. Descriptores de la combinación de probabilidades de MEM comparado con Nott en el ojo derecho.	80
Tabla 17. Índices de calidad de MEM comparado con Nott en el ojo derecho	80
Tabla 18. Descriptores de la combinación de probabilidades entre MEM y Nott en el ojo izquierdo.	81
Tabla 19. Índices de calidad de MEM comparado con Nott en el ojo izquierdo.	81
Tabla 20. Descriptores de la combinación de probabilidades entre el método subjetivo del lente de prueba y Nott en el ojo derecho.	82
Tabla 21. Índices de calidad del método subjetivo del lente de prueba comparado con Nott en el ojo derecho.	82
Tabla 22. Descriptores de la combinación de probabilidades entre el método subjetivo del lente de prueba y Nott en el ojo izquierdo.	83
Tabla 23. Índices de calidad del método subjetivo del lente de prueba comparado con Nott en el ojo izquierdo.	83

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relación de la amplitud de acomodación con la edad.	5
Figura 2. Relación de edad de inicio de la presbicia con la temperatura	7

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Distribución de frecuencias retinoscopía de MEM ojo derecho evaluador 1	84
Gráfica 2. Distribución de frecuencias retinoscopía de MEM ojo derecho evaluador 2	84
Gráfica 3. Distribución de frecuencias retinoscopía de MEM ojo izquierdo evaluador 1	84
Gráfica 4. Distribución de frecuencias retinoscopía de MEM ojo izquierdo evaluador 2	84
Gráfica 5. Distribución de frecuencias retinoscopía de Nott ojo derecho evaluador 1	85
Gráfica 6. Distribución de frecuencias retinoscopía de Nott ojo derecho evaluador 2	85
Gráfica 7. Distribución de frecuencias retinoscopía de Nott ojo izquierdo evaluador 1	85
Gráfica 8. Distribución de frecuencias retinoscopía de Nott ojo izquierdo evaluador 2	85
Gráfica 9. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo derecho evaluador 1	86
Gráfica 10. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo derecho evaluador 2	86
Gráfica 11. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo izquierdo evaluador 1	86
Gráfica 12. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo izquierdo evaluador 2	86
Gráfica 13. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo derecho, evaluador 1.	87
Gráfica 14. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo derecho, evaluador 2.	87
Gráfica 15. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo izquierdo, evaluador 1.	87
Gráfica 15. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo izquierdo, evaluador 1.	87
Gráfica 16. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo izquierdo, evaluador 2.	87
Gráfica 17. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 1. (D)	88
Gráfica 18. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 1. (cm)	88

Gráfica 19. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 2. (D)	88
Gráfica 20. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 2. (cm)	88
Gráfica 21. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 1. (D)	89
Gráfica 22. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 1. (cm)	89
Gráfica 23. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 2. (D)	89
Gráfica 24. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 2. (cm)	89
Gráfica 25. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo derecho, evaluador 1.	90
Gráfica 26. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo derecho, evaluador 2.	90
Gráfica 27. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo izquierdo, evaluador 1.	90
Gráfica 28. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo izquierdo, evaluador 2.	90
Gráfica 29. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de MEM para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2.	91
Gráfica 30. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de MEM para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2.	91
Gráfica 31. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de Nott para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (D)	91
Gráfica 32. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de Nott para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (cm)	91
Gráfica 33. Correlación del valor dióptrico obtenido con Nott para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (D)	92
Gráfica 34. Correlación del valor dióptrico obtenido con Nott para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (cm)	92
Gráfica 35. Correlación del valor dióptrico obtenido con el método subjetivo en el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2.	92
Gráfica 36. Correlación del valor dióptrico obtenido con el método subjetivo en el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2	92
Gráfico 37. Límites de Acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM Ojo derecho evaluador 1 y MEM OD evaluador 2.	93
Gráfica 38. Distribución de las diferencias entre evaluadores en el MEM Ojo derecho	93
Gráfico 39. Límites de Acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM Ojo izquierdo evaluador 1 y MEM Ojo izquierdo evaluador 2.	93
Gráfica 40. Distribución de las diferencias entre evaluadores en el MEM Ojo izquierdo	93

Gráfica 41. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott ojo derecho evaluador 1 y Nott ojo derecho evaluador 2	94
Gráfica 42. Distribución de las diferencias entre evaluadores en Nott ojo derecho	94
Gráfica 43. Límites de acuerdo del 95% Bland y Altman entre Nott ojo izquierdo evaluador 1 y Nott ojo izquierdo evaluador 2	94
Gráfica 44. Distribución de las diferencias entre evaluadores en Nott ojo izquierdo	94
Gráfica 45. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre lente de prueba ojo derecho evaluador 1 y lente de prueba ojo derecho evaluador 2	95
Gráfica 46. Distribución de las diferencias entre evaluadores en lente de prueba ojo derecho	95
Gráfica 47. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre lente de prueba ojo izquierdo evaluador 1 y lente de prueba ojo izquierdo evaluador 2	95
Gráfica 48. Distribución de las diferencias entre evaluadores en lente de prueba ojo izquierdo	95
Gráfica 49. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre Nott ojo derecho evaluador 1 y Nott ojo derecho evaluador 2 (cm)	96
Gráfica 50. Distribución de las diferencias entre evaluadores en la retinoscopia de Nott ojo derecho (cm)	96
Gráfica 51. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre Nott ojo izquierdo evaluador 1 y Nott ojo izquierdo evaluador 2 (cm)	96
Gráfica 52. Distribución de las diferencias entre evaluadores en la retinoscopia de Nott ojo izquierdo (cm)	96
Gráfica 53. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y Nott en el ojo derecho	97
Gráfica 54. Distribución de las diferencias entre	97
Gráfica 55. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y Nott en el ojo izquierdo	97
Gráfica 56. Distribución de las diferencias entre MEM y Nott en el ojo izquierdo	97
Gráfica 57. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y subjetivo en el ojo derecho	98
Gráfica 58. Distribución de las diferencias entre MEM y subjetivo en el ojo derecho.	98
Gráfica 59. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y subjetivo en el ojo izquierdo	98
Gráfica 60. Distribución de las diferencias entre MEM y subjetivo en el ojo izquierdo.	98
Gráfica 61. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott y subjetivo en el ojo derecho	99
Gráfica 62. Distribución de las diferencias entre Nott y subjetivo ojo derecho.	99
Gráfica 63. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott y subjetivo en el ojo izquierdo	99

Gráfica 64. Distribución de las diferencias entre Nott y subjetivo en el ojo izquierdo	99
Gráfica 65. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para MEM en el ojo derecho	100
Gráfica 66. Índices de calidad de la eficiencia para MEM en el ojo derecho.	100
Gráfica 67. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para MEM en el ojo izquierdo	100
Gráfica 68. Índices de calidad de la eficiencia para MEM en el ojo izquierdo.	100
Gráfica 69. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para el método subjetivo del	101
Gráfica 70. Índices de calidad de la eficiencia para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo derecho.	101
Gráfica 71. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo izquierdo	101
Gráfica 72. Índices de calidad de la eficiencia para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo izquierdo	101
Gráfica 73. Relación de la edad con la adición determinada con el método de Nott en el ojo derecho y en el ojo izquierdo.	102

INTRODUCCIÓN

En el mundo existen 1500 millones de presbíteros de los cuales 800 millones están corregidos (1). Se estima que aumentará el número de personas con esta condición por cambios generados en las pirámides poblacionales y el aumento de la esperanza de vida en países desarrollados y en vías de desarrollo. En Colombia, la prevalencia de presbicia en la población general es de 27.2%(2) y en Bucaramanga, según la distribución de la población, se estima que el 23.8% de los habitantes tienen 40 años o más y, por lo tanto, presentan esta condición teniendo en cuenta que aparece a partir de esta edad (3).

Para determinar la corrección óptica de personas con presbicia se utilizan diferentes métodos, de los cuales se desconoce su validez y reproducibilidad. Se ignora, por parte de los optómetras, que correcciones no apropiadas influyen en la disminución de la visión lejana y próxima llevando a un deterioro progresivo más rápido afectando la calidad de vida de las personas (4).

El rango del poder dióptrico que se adiciona o agrega al poder de visión lejana para compensar la deficiencia de visión a una distancia de 33 a 40 cm, se encuentra desde +0.25 Dioptrías (D) hasta +3.00 D; luego el diagnóstico de la cantidad de dioptrías necesarias para ver de cerca o compensar la presbicia es la misma corrección que se le prescribe a cada persona en sus lentes.

La presbicia no es una enfermedad. Es un desorden refractivo que forma parte de un cambio normal del sistema visual que ocurre con la edad (5). Esta se inicia a partir de los 40 años y se caracteriza por la pérdida de la habilidad para enfocar y ver nítido en visión cercana, siendo el motivo principal de consulta en esta población, debido a que muchas de las actividades se realizan a esta distancia.

El diagnóstico o corrección de presbicia se determina por métodos objetivos y subjetivos con los cuales se obtiene el valor de la adición (potencia de lente requerida para visión cercana). Los objetivos determinan la respuesta acomodativa ante un estímulo y su diferencia dióptrica es la cantidad de lente positivo necesario para cerca. Los métodos subjetivos estiman esta cantidad, pero se basan en la respuesta de cada persona al observar claramente las letras que corresponden a una agudeza visual de 0.5M en visión próxima; es decir, el lente que proporcione la mejor agudeza visual de cerca. Sin embargo, los métodos subjetivos han generado controversia debida a que se considera que pueden sobreestimar el valor de la adición (7).

Existe otro método que se basa en determinar la adición de acuerdo con la edad. Actualmente es el método más utilizado y para esto, existen diferentes tablas de compensación propuestas por diversos autores (6,7,8) pero presentan la desventaja de asumir que las personas que pertenecen a un mismo rango de edad tienen igual prescripción (9) sin tener en cuenta otros factores como el defecto refractivo y la respuesta acomodativa. Por esta razón, la adición podría ser sobreestimada o subestimada ignorando que debe ser determinada con el lente positivo que proporcione una visión próxima clara y confortable (). De lo contrario, surgen dificultades con la asociación acomodación–convergencia, limitando de manera inoportuna el margen de visión, con deterioro progresivo más rápido por la disminución de la agudeza visual en visión lejana y próxima (4). Esto contribuye a que se genere un impacto negativo en la calidad de vida de las personas.

Estudios realizados en otros países (11,12,13) evaluaron la respuesta acomodativa para determinar correcciones en visión cercana y diagnósticos de desórdenes en la visión binocular. Estos estudios se han realizado en personas jóvenes, entre 15 y 35 años de edad evaluando la calidad de métodos objetivos como la retinoscopía dinámica de Nott y el método estimado monocular (MEM).

Sin embargo, en personas mayores de 40 años no se encuentran estudios que evalúen objetivamente la respuesta acomodativa para determinar la adición o corrección en visión próxima ni se compara con otros métodos.

Por lo anterior, se plantea ésta propuesta en la cual se evaluará la reproducibilidad de dos métodos objetivos para la determinación de la corrección en visión próxima (retinoscopia de Nott y método estimado monocular) y un método subjetivo: el método del lente de prueba.

El conocimiento de la validez de estos métodos permitirá proporcionar correcciones más precisas y adecuadas de la visión cercana, según las características de la población entre 40 y 65 años de edad, sin afectar su calidad de vida. Por lo tanto, se considera este estudio pertinente y de gran utilidad para la comunidad en general, la academia en la formación profesional y los optómetras.

1. MARCO TEÓRICO

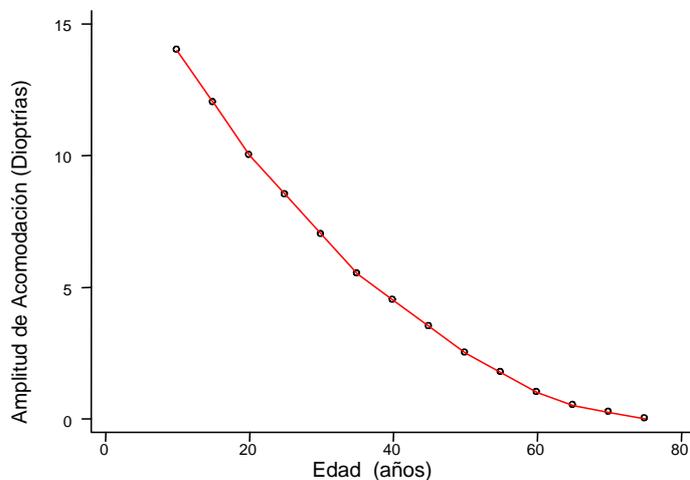
1.1 PRESBICIA Y ACOMODACIÓN

El origen de la palabra presbicia es griego; **ΠΡΕΣΒΥ** significa viejo y **ΟΠΙΑ** significa ojos, por eso es referida como el ojo viejo o visión de la vieja edad (). La presbicia es considerada como un desorden refractivo cuya causa es el proceso normal del ojo a medida que incrementa la edad ().

Se sabe que los cambios que se producen en la presbicia ocurren principalmente en el cristalino; se presenta un crecimiento normal de lente y cambios en la elasticidad. La superficie anterior del cristalino es más convexa y el polo anterior se mueve hacia delante mientras que el polo posterior permanece fijo; así, el diámetro ecuatorial aumenta y se altera el ángulo al cual las fibras de la zónula se adjuntan a la cápsula.

Las fibras del cristalino se forman continuamente. Las fibras nuevas se localizan en la periferia y las viejas se concentran en el núcleo haciendo que el cristalino sea menos elástico al incrementar la edad (16). Por lo tanto, es una condición fisiológica irreversible en la cual ocurren cambios como la pérdida de la habilidad para sostener, en visión cercana, confortablemente la acomodación necesaria para ver los objetos nítidos. Diversos autores consideran que la amplitud de acomodación disminuye y es inferior a 5.00 dioptrías (D) (17), siendo esta disminución muy rápida entre los 40 y 50 años de edad y después más lenta (figura 1). La pérdida de la capacidad de acomodación se le atribuye al músculo ciliar, pero esto ha generado controversia, porque según Semmlow y cols (18) no hay cambios importantes en la acomodación durante la presbicia influenciados por el músculo ciliar, sino por las limitaciones de las propiedades mecánicas del cristalino.

Figura 1. Relación de la amplitud de acomodación con la edad.



Fuente: Grossvenor T. Refractive changes in the older adult. Epidemiology of ametropia. In : Primary Care Optometry. New York :Butterworth 2.002:41-54.

Debido a la disminución de la amplitud de acomodación, menor a 5.00 D, algunas personas a partir de los 40 años de edad presentan visión borrosa de cerca y, por esta razón, mantienen el material de lectura o los objetos alejados para verlos con claridad. Esto indica el inicio de la presbicia, debido a que es el principal síntoma. Adicionalmente, requieren mayor iluminación para ver más nítido, reportan astenopia y fatiga visual. También puede ocurrir diplopía debido a la presencia de exotropía (desviación manifiesta de cualquiera de los ojos hacia afuera) asociada a un incremento de la exoforia (desviación latente de ambos ojos hacia afuera) y disminución de las vergencias fusionales positivas (capacidad de converger) (19).

1.2 CLASIFICACIÓN DE LA PRESBICIA

Presbicia incipiente: Representa el estado más temprano en el cual los síntomas o hallazgos clínicos argumentan la alteración de la visión cercana. La lectura de letra de tamaño muy pequeño requiere esfuerzo y, comúnmente, se sugiere corrección con lentes positivos, sin embargo al aplicar las pruebas clínicas la persona las realiza bien y puede rechazar la prescripción de cerca.

Presbicia prematura: Se presenta cuando es necesario adicionar lentes positivos para ver de cerca a una edad más temprana que la esperada para la población. Es decir en personas menores de 40 años.

Presbicia funcional o manifiesta: La interacción entre la amplitud de acomodación de la persona y la demanda de visión cercana es crítica y las pruebas clínicas lo confirman.

Presbicia absoluta: Como resultado de una continua disminución de la amplitud de acomodación, la presbicia funcional progresa a absoluta. No existe habilidad para acomodar y por lo tanto es más sintomática.

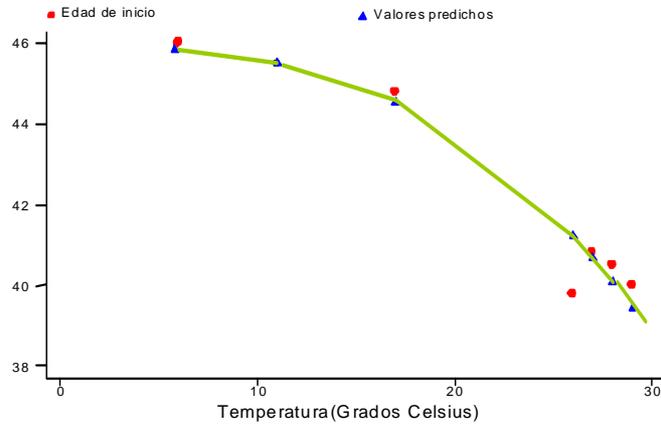
1.3 INCIDENCIA, PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO DE LA PRESBICIA

Existen pocos estudios realizados sobre la prevalencia o incidencia de la presbicia. La prevalencia es mayor en países donde existe gran proporción de adultos mayores debido a que es relacionada con la edad y la incidencia es difícil determinarla por su condición crónica de lento inicio (20).

De acuerdo con la distribución de las personas en la pirámide poblacional, se estima que en el mundo la presbicia incrementará de 590 millones de personas a un billón para el año 2020 (9).

Uno de los factores asociados más importantes para la aparición de presbicia es la edad. Se considera uno de los biomarcadores más fiables; aunque es un tema de controversia, debido a que en diferentes estudios se ha demostrado que no solo la edad la ocasiona sino que también influyen considerablemente las condiciones geográficas: latitud y temperatura (21).

Figura 2. Relación de edad de inicio de la presbicia con la temperatura



Fuente: Weale R Epidemiology on refractive errors and presbyopia. Surv Ophthalmol 2.003; 48:515-43.

En algunos estudios realizados en Puerto Rico y Canadá (22) se encontró que los síntomas de presbicia aparecían a los 45 años de edad; otros estudios realizados en América Central, más cerca al Ecuador, informan que alrededor de los 30 años (23) se inicia la presbicia y, por lo tanto, es a partir de esta edad que se necesitan correcciones para visión cercana. Similares resultados se encontraron en Uganda (24). Así mismo en Hong Kong, Edwards (25), confirmó que la pérdida del poder de acomodación ocurre 3 o 4 años más temprano que lo planteado por Duane, antes de los 40 años de edad, debido a la relación inversa con la temperatura; pues esta zona es más cálida y por lo tanto la edad de inicio o aparición de presbicia es más rápida.

Otro de los factores que influyen en la aparición temprana de la presbicia, según Pointer, es el género (26). Realizó un estudio con 816 participantes, de los cuales 402 eran hombres y 414 mujeres, con edad entre 38 y 56 años en el cual utilizó el método subjetivo del lente de prueba para determinar la adición. El autor concluyó que en hombres el valor promedio de la adición inicial es de +0.83D con una desviación estándar (DE) $\pm 0.34D$, y en mujeres +0.82D (DE ± 0.32); valores

que si se aproximan al cuarto de dioptría más cercano corresponde a un poder de +0.75 D para hombres y mujeres ($DE \pm 0.25$) lo cual no indica diferencias significativas por género ($p=0.6$). Sin embargo, sustentó que la aparición más temprana de la presbicia se presenta en mujeres, debido a que en el grupo de menores de 40 años necesitaron un valor de adición de +0.25D mayor que el de los hombres ($p=0.0002$), mientras que después de esta edad no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por género en los otros grupos de edad ($p=0.09$). Según estos resultados, +0.25D es significativo, pero este valor no es una diferencia clínica relevante (16, 25).

El estado refractivo también se considera un factor asociado con la aparición de presbicia debido a la relación con la amplitud de acomodación y las diferentes demandas requeridas para cada tipo de trabajo en visión próxima. Los hipermétropes requieren mayor demanda acomodativa que los miopes y emétropes. Por lo tanto, en personas con hipermetropía se considera que es necesaria la compensación de la adición más temprano y con un valor mayor que el de los otros tipos de defectos (16). Sin embargo, Pointer (16), al analizar 287 caucásicos, de los cuales 91 eran emétropes, 98 hipermétropes y 98 miopes, encontró que en los tres estados refractivos al determinar la adición con el método subjetivo del lente de prueba binocularmente, se requieren adiciones mayores a medida que avanza la edad, y que los participantes hipermétropes y emétropes requieren valores de compensación de la adición de +1.25D al inicio de los 40 años, mientras que los miopes requieren un valor de +0.25D mas bajo, es decir +1.00 D, pero esta diferencia de +0.25 D no es clínicamente significativa.

Según Hirsch (16), el estado refractivo aumenta +0.18D en personas entre 45 y 49 años de edad y +1.02D en mayores de 75 años, indicando que el estado refractivo del ojo se mantiene o cambia de dirección hacia la hipermetropía. Grossvenor (16) afirma que este cambio de poder es debido al aumento del índice de refracción del ojo pero que es compensado por la disminución de la longitud axial que se

inicia en personas mayores de 50 años. Por lo tanto, influye en la aparición de la presbicia de acuerdo con la demanda acomodativa requerida.

1.4 MÉTODOS PARA LA CORRECCIÓN DE PRESBICIA

Existen métodos objetivos y subjetivos para la prescripción de correcciones en visión próxima; los métodos objetivos se basan en el procedimiento estándar de la retinoscopia (7), dentro de las cuáles se encuentran las retinoscopias dinámicas y el autorefractómetro. En los métodos subjetivos se encuentra el test dicromático (rojo-verde o amarillo-azul), el dinámico cilindro cruzado de Cross, el lente de prueba o subjetivo y el de la amplitud de acomodación. Estos métodos utilizan diferentes principios para determinar la corrección en visión próxima. Sin embargo, no es claro que se obtengan resultados equivalentes (11) debido a que las pruebas subjetivas tienen numerosas deficiencias y pueden subestimar o sobreestimar el valor de la adición (7, 10,11).

1.4.1 Métodos objetivos. Estos métodos se han aplicado en personas menores de 40 años de edad. En ellos se determina el lag de acomodación; considerado como la diferencia dióptrica entre el estímulo para enfocar y la respuesta acomodativa. El valor normal para estas personas, según estudios realizados (11-13), está comprendido entre +0.25 y +0.50 D y aunque se desconocen los valores, según la literatura, después de los 40 años de edad el lag va aumentando (28). Este también a su vez es considerado como el valor mínimo requerido para lograr una adecuada resolución de visión próxima. Según Skeffington el lag normal de acomodación puede resultar desde una suave inhibición de la acomodación que sirve para reducir un exceso de convergencia asociado con un esfuerzo en visión próxima. Cuando la acomodación no es suficiente, la inhibición incrementa y por lo tanto el lag también incrementa reflejando una inhibición activa más que una verdadera debilidad de la acomodación (29).

La retinoscopia de MEM es un método desarrollado por Haynes (30). Consiste en la determinación del lag de acomodación o diferencia entre el estímulo de acomodación y la respuesta acomodativa monocular en condiciones binoculares usando una rápida interposición de lentes esféricas hasta neutralizar el reflejo que se produce en la pupila de cada ojo al realizar un movimiento horizontal o vertical con el retinoscopio. Para este procedimiento se debe colocar la corrección de lejos de la persona, se utilizan tarjetas acomodativas como objeto de fijación que se adhieren con un imán al retinoscopio. La distancia de trabajo debe ser a 40 centímetros y mientras la persona lee las palabras impresas en la tarjeta se realiza la retinoscopia en el eje horizontal y se interponen lentes positivos o negativos, si es necesario, hasta neutralizar el movimiento del reflejo retinoscópico observado. La cantidad de lente positivo necesario para la neutralización estima el lag de acomodación.

El método de Nott se basa en la diferencia lineal entre la distancia de fijación y la distancia que hay al retinoscopio sostenido por el examinador en el momento de neutralizar el reflejo retinoscópico. La persona debe usar la corrección en visión lejana. El retinoscopio es llevado adelante o hacia atrás hasta neutralizar el reflejo mientras la fijación de la tarjeta se mantiene constante a una distancia de 40 cm (27). Con éste método, el estímulo acomodativo no cambia porque la distancia de evaluación se mantiene constante y no se hacen cambios dióptricos por la intervención de lente adicionales. La reglilla del foróptero para visión próxima, se puede usar directamente para medir la distancia dióptrica entre la distancia de fijación y la representada por el lag acomodativo.

1.4.2 Métodos subjetivos. Existen métodos subjetivos que determinan correcciones en visión próxima basándose en el reporte de la mejor visión que logre obtener de cerca la persona.

Uno de ellos es el cilindro cruzado de Cross, en el cual la persona fija una cruz y se adiciona el cilindro a la corrección de lejos. Se debe reportar que las líneas horizontales y verticales de la cruz se ven igualmente nítidas, de lo contrario, se debe adicionar lente positivo o negativo para balancear la adición. Una de las limitaciones de este método es que algunas veces puede sobreestimar el valor del lente positivo necesario en visión próxima (10-11).

Otra prueba es el dicromático rojo-verde, en el cual la persona observa un optotipo para cerca de color rojo verde. Para ajustar la corrección de cerca reportará ver más claro el color verde y se adicionan lentes positivos hasta que aprecie igualdad en los dos colores; pero debido a la esclerosis del cristalino producida por los mecanismo fisiológicos que influyen con la edad, este se torna de color amarillo y se puede ocasionar una mayor inclinación por elegir el color rojo al verse más nítido. Esto ocasiona una subestimación del valor de la adición llevando a un incremento de la acomodación requerida y a la fatiga visual en visión próxima (31).

Adicionalmente, existe el método del lente de prueba. Este consiste en observar la tarjeta de visión próxima, para evaluar la agudeza visual, a una distancia de 33 a 40 cm. Se adicionan lentes positivos en cuartos de dioptrías (+0.25) hasta que la persona reporta ver nítido el párrafo que se le señala y alcance a ver el de letra mas pequeña, logrando una agudeza visual de 0.5M. Según Ortner y Markovié es el método más simple y suficiente para determinar el poder de la corrección de cerca (14).

Finalmente, se encuentra el método de la amplitud de acomodación y las tablas de compensación del valor dióptrico o corrección de la presbicia según la edad.

En el método de corrección a partir de la amplitud de acomodación la adición se prescribe con base en esta medida determinando que la mitad o las dos terceras

partes de la amplitud de acomodación debe ser mantenida por la persona y el resto se debe compensar con lente positivo. Sin embargo, Benneth y Rabbetts (7) mencionan que esta prescripción no es reproducible debido a que la medición no es tan precisa y la demanda acomodativa, teóricamente asumida, puede no ser fácilmente ejercida. En cuanto a las tablas de corrección según la edad estas asumen que para cierta edad el valor de la amplitud de acomodación es fijo para todas las personas y a partir de éste se calcula el valor de la adición o corrección de presbicia (9).

1.5 EVALUACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS

La evaluación de pruebas diagnósticas constituyen un núcleo importante en las investigaciones epidemiológicas (32) debido a que los diferentes diseños deben garantizar la calidad de sus mediciones, no sólo porque condicionará en gran medida la validez de sus conclusiones, sino por la importancia de que las decisiones clínicas se apoyen en la investigación (33).

La medida de parámetros fisiológicos está sujeta a error y a la propia variabilidad biológica. La precisión de la medición se ve afectada por el instrumento utilizado, la aplicación de la prueba, el estado de la persona evaluada y la objetividad del observador. La calidad de una medida depende de la validez y la reproducibilidad, sin embargo, una medida que sea altamente reproducible no significa necesariamente que sea válida (34,35, 36).

1.5.1 Validez. Es la capacidad del instrumento para medir lo que intenta medir y puede determinarse si existe un procedimiento de referencia o estándar de oro considerado como definitivo para establecer si alguien tiene la característica de interés (36).

Existen diferentes tipos de validez (37):

1) Validez facial: Evalúa si a juicio de un experto, los ítems incluidos en una escala están relacionados con la característica que se desea medir.

2) Validez de contenido: Es el grado en el cual una medida muestra un rango representativo del contenido; define hasta que punto la selección de ítem cubre las diferentes áreas o dominios que se requieren medir.

3) Validez de constructo: Evalúa el grado en que las medidas obtenidas con un instrumento para un constructo definido se correlacionan con el constructo de otro; es decir, evalúa el comportamiento de las mediciones por medio de su correlación confirmando o desmintiendo esta hipótesis. Se realiza cuando no existe una prueba de referencia o estándar de oro, aceptable para evaluar la validez de la medición y se determina por medio del análisis de factores. Tiene dos aspectos fundamentales: la validez convergente que se refiere a que si un índice es válido se debe correlacionar con otros que miden la misma variable de interés y la validez discriminante en la cual las variables no deben mostrar ninguna correlación con otros índices que miden variables distintas. Los dos tipos de validez se determinan por medio del coeficiente de correlación de Pearson o el método de matriz multivariado (35).

4) Validez de criterio: Grado en el cual una medida se relaciona con otra medida, considerada de referencia. Puede ser concurrente y predictiva. La validez concurrente es cuando se compara un instrumento de medición con uno de referencia, estándar de oro o diagnóstico. Se cuantifica en términos de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y eficiencia. La validez predictiva evalúa como una prueba realizada en un punto en el tiempo es predictiva de un estado futuro, con los mismos indicadores.

Sensibilidad (S) se define como la probabilidad de que las personas de la población con el diagnóstico sean detectadas por la prueba.

Especificidad (E) es la probabilidad de que aquellos sin el diagnóstico sean detectados como libres del mismo en la prueba.

Valor predictivo positivo (VPP) es la proporción de la población con resultados positivos de la prueba que realmente tienen el diagnóstico.

Valor predictivo negativo (VPN) es la proporción de la población con resultados negativos en la prueba que no tienen el diagnóstico.

Eficiencia (Ef) es la proporción de resultados de la prueba que clasificaron sin error el diagnóstico o probabilidad de que la prueba y el diagnóstico acuerden.

Nivel de la prueba (Q) es la proporción de la población con resultados positivos en la prueba.

Prevalencia del diagnóstico (P) proporción de la población que presentan el diagnóstico o condición.

Una característica poco entendida en la evaluación de pruebas diagnósticas es el efecto de la prevalencia de la condición en los valores predictivos y aún menos entendido su efecto en la sensibilidad y especificidad de la prueba.

Estas probabilidades actúan en una tabla de 2x2 como probabilidades Bayesianas que dependen en este caso del nivel de la prueba (Q) pero principalmente de la prevalencia (P) del diagnóstico o condición, pues Q también depende de P. Cambiar la prevalencia, es decir, aplicar la prueba en una población distinta, cambia inmediatamente las probabilidades calculadas incluyendo, S y E. Por esta razón no es apropiado, excepto que se documenten prevalencias idénticas, extrapolar los resultados de la validación de una prueba en una población a otra diferente (36).

Kraemer en 1992 (36), dedicada a la evaluación de tecnología diagnóstica, publicó un libro en el cual planteó la evaluación de la calidad de las pruebas diagnósticas más allá de las probabilidades Bayesianas. Describe que la sensibilidad y especificidad, son medidas no calibradas de la calidad de una prueba, pues estas medidas están en una escala donde el valor cero es variable. Por lo tanto, reportar las magnitudes de estas probabilidades no informa lo suficiente, si no se especifica la escala en que fueron medidas.

Tabla 1. Descriptor de probabilidades en la evaluación de pruebas diagnósticas

	Diagnóstico +	Diagnóstico -	
Prueba +	VP	FP	Q
Prueba -	FN	VN	Q'
	P	P'	N

VP: Verdaderos positivos.

FP: Falsos positivos.

FN: Falsos negativos.

VN: Verdaderos negativos.

Q: Nivel de la prueba

Q': Complemento del nivel de la prueba. (1-Q)

P: Prevalencia del diagnóstico

P': Complemento de la prevalencia del diagnóstico.(1-P)

S: Sensibilidad

E: Especificidad

Ef: Eficiencia

N: Número total de la población estudio.

$$S = VP/P$$

$$E = VN/P'$$

$$VPP = VP/Q$$

$$VPN = VN/Q'$$

$$Ef = VP+VN/ N$$

Los índices de calidad de la sensibilidad $k(1,0)$ la especificidad $k(0,0)$ y la eficiencia $k(0.5,0)$ son coeficientes, también conocidos como coeficientes kappa ponderados, que estiman la calidad de la S , E, y Ef ponderando sus medidas por el nivel de la prueba:

$$K(1,0) = (S - Q) / Q'$$

$$k(0,0) = (E - Q') / Q$$

$$K(0.5, 0) = (Ef - PQ - P'Q') / (1 - PQ - P'Q')$$

De esta forma, la mejor prueba no debe basarse en las magnitudes de S y E sino en sus índices de calidad (36).

1.5.2 Reproducibilidad. La reproducibilidad o fiabilidad es una medida de consistencia de la eficacia de un instrumento cuando se utiliza repetidamente en condiciones similares (36).

Las mediciones son reproducibles si son de la misma magnitud o presentan resultados similares en cada momento que es realizada. En ocasiones pueden existir diferentes métodos de medida, siendo uno de ellos el que mejor determina la magnitud de la variable en estudio. A éste se le conoce como patrón de referencia (estándar de oro) y sería el método a utilizar si presenta un nivel de acuerdo apropiado (36).

La reproducibilidad es cuantificada de dos formas: **la reproducibilidad relativa** examina la relación entre dos o más series de mediciones repetidas (asociación) y **la absoluta** que examina la magnitud de las diferencias entre las mediciones (concordancia) (38). Se puede evaluar varios tipos de reproducibilidad:

Reproducibilidad intraobservador: Medición determinada por el mismo observador efectuando las mismas mediciones a los mismos sujetos en dos o más ocasiones diferentes. Su objetivo es evaluar el grado de consistencia medición de un observador consigo mismo.

Reproducibilidad interobservador: Se determina la medición en los mismos sujetos por dos o más examinadores independientes; evalúa la consistencia entre los observadores cuando realizan una misma medida en un mismo individuo.

Concordancia entre dos métodos de medición: Se realiza cuando existen diferentes métodos de medida para un mismo factor y se evalúa si los resultados obtenidos con ambos instrumentos son equivalentes (38).

Una medida no es válida si no tiene un buen grado de reproducibilidad y es considerada como el primer paso para establecer la calidad de una prueba (36).

Para estimar la reproducibilidad de las mediciones existen varios coeficientes de correlación que se usan dependiendo de la naturaleza de las variables: El coeficiente de correlación de Pearson producto momento (dos variables continuas), el coeficiente de correlación intraclass (dos o más variables continuas), el coeficiente kappa (dos o mas variables nominales y ordinales), el coeficiente de correlación o concordancia de Lin (variables continuas) coeficiente de Spearman (dos variables ordinales), coeficiente de Kendall (dos variables ordinales) y, para evaluar el nivel de acuerdo entre pruebas se utiliza los límites de acuerdo de Bland y Altman (39).

El coeficiente de Pearson es aplicado frecuentemente. Mide el grado de asociación entre dos variables continuas con diferentes unidades de medida mostrando como los puntos de un diagrama de dispersión se ajustan a una recta pero no mide el grado de acuerdo entre ellas.

El coeficiente de correlación intraclase y el coeficiente Kappa miden el grado de acuerdo entre dos o más mediciones y están corregidos por el azar (40). El primero permite la comparación de dos o más medidas repetidas en variables continuas. La técnica depende del análisis de Anova de medidas repetidas y el coeficiente Kappa es utilizado para evaluar la reproducibilidad en datos nominales con dos o más categorías, en realidad es como un coeficiente de correlación intraclase para datos binarios (39).

El coeficiente de correlación de concordancia de Lin determina la reproducibilidad de dos medidas continuas con las mismas unidades obtenidas por dos evaluadores o dos métodos. Evalúa que tan desviados están los datos de la línea de 45° o línea de la perfecta concordancia (41).

El método de los límites de acuerdo de Bland y Altman se basa en la representación gráfica de la diferencia de dos mediciones frente a su media, a su vez proporciona unos límites de acuerdo a partir del cálculo del intervalo de confianza del 95% para la diferencia de las dos mediciones. Permite examinar la magnitud de discrepancias entre cada par de observaciones y su relación con la magnitud de la medida (42).

1.5.3 Tipos de Muestreo. Existen diferentes tipos de muestreo aplicados en la evaluación de pruebas diagnósticas que son aplicados para disminuir costos y riesgos y realizar cálculos de las características de las pruebas sin sesgo (43).

Muestreo de corte transversal: En el cual a los sospechosos o individuos representativos de la población estudio se les realiza independientemente el diagnóstico y la prueba que se evalúa.

Muestreo prospectivo: Al total de individuos de la muestra representativa de la población se les realiza la prueba y a una muestra aleatoria de las personas positivas y otra de las negativas se les realiza el diagnóstico.

Muestreo retrospectivo: En este tipo de muestreo a todas las personas de la muestra representativa de la población se les realiza el diagnóstico, de los positivos se escoge aleatoriamente una muestra y de igual manera de los negativos y se les aplica la prueba.

1.6 ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA CORRECCIÓN DE PRESBICIA

1.6.1 Búsqueda de información. Para la búsqueda de información sobre los métodos de corrección de presbicia se consultaron fuentes primarias y secundarias. Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas como: Medline, Cochrane, Ovid, Lilacs y Ebsco; utilizando como estrategia de búsqueda los términos o palabras claves específicas (MeSH heading) relacionados con evaluación de pruebas diagnósticas: “sensitivity AND especificity retinoscopy”, “presbyopia AND methods” “MEM AND Nott retinoscopy” , “Dynamyc retinoscopic”, presbyopia AND subjective method”, “lag of accommodation”, “accommodation AND presbyopia”, presbyopia AND validity methods”, “presbyopia AND addition”, “presbyopia correction OR add”, “sensitivity Nott OR MEM or trial lens” , “especificity Nott OR MEM OR trial lens”, “correction presbyopia”, diagnostic test optometry”, ”reproducibility test presbyopia”, “Validity and reproducibility retinoscopy”, “validity AND reproducibility trial lens”.

Se encontraron 24 artículos: evaluación o comparación de MEM y Nott = 4, métodos subjetivos para determinar la corrección de presbicia = 10, acomodación en présbitas = 5, comparación de métodos para determinar la amplitud de acomodación = 1, pruebas estadísticas utilizadas en la evaluación de pruebas diagnosticas en Oftalmología y Optometría = 3, y calidad del reporte de los estudios de pruebas diagnósticas publicados en revistas Oftálmicas = 1. En cuanto a estudios de evaluación de la calidad de pruebas subjetivas para la corrección de presbicia en términos de validez y reproducibilidad, no se encontraron estudios publicados.

Se realizó una revisión de los estudios y se seleccionaron los 4 artículos de evaluación de pruebas diagnósticas. Se evaluaron siguiendo los parámetros de calidad para el reporte de estos estudios, recomendados por el Statement for reporting studies of diagnostic accuracy (STARD) (33).

- Título resumen y palabras clave. (Ítem 1 y 2). Ningún artículo especifica los MeSH heading “sensitivity and especificity” o “validity and reproducibility” aunque en los 4 estudios se menciona la comparación de los métodos.

- Métodos

Participantes: (Ítem 3 -6). Los 4 estudios describen la población estudio, los criterios de inclusión y exclusión y el lugar donde fueron recolectados los datos. Describen cuantos participantes eran pero no el tipo de muestreo para la selección, ni el tipo de muestreo aplicado en evaluación de pruebas diagnósticas.

Procedimientos: (Ítems 7- 11). Los ítems 7 y 9 no son aplicables en estos estudios porque no se determinó una prueba o estándar de referencia para evaluar la validez. Se describen las especificaciones de las pruebas realizadas, el número de examinadores y el entrenamiento o experiencia de ellos.

Pruebas estadísticas: (Ítems 12 y 13) el ítem 12 no es aplicable. En 3 estudios se mencionan las pruebas estadísticas aplicadas. C. C. de Pearson y en 2 de ellos los límites de acuerdo de Bland y Altman.

- Resultados

Participantes: (Ítems 14-16). En los estudios analizados se reporta el número de personas evaluadas finalmente. Describen las características demográficas de la población.

Resultados de las pruebas: (Ítems 17-20) Los estudios reportan la condición de la población estudio, es decir, si presentan alteración de la acomodación o desórdenes binoculares y definen los criterios diagnósticos. Reportan la distribución de los resultados de las pruebas. Los ítems 17 y 19 no aplicaban en estos estudios por no determinarse la validez de los métodos.

Estimados: Ítem (21-24). Los estimados de reproducibilidad se reportan en 4 estudios. Los cuales fueron evaluados con el C. C. de Pearson, pero no calculan los intervalos de confianza del 95%. En tres estudios se determinan los límites de acuerdo de Bland y Altman y solo 1 estudio muestra la gráfica. Los ítems 22 y 23 no se especifican.

- Discusión: (Ítem 25). Los autores en los 4 estudios, discuten la aplicabilidad clínica de los hallazgos.

Ninguno de los estudios cumplió con todos los 25 parámetros del STARD, se evidenció la confusión de términos como la validez de una prueba y su calidad. Se realizó la extracción de datos con los ítems más relevantes que reportaron los estudios analizados. (Tabla 2).

Adicionalmente se consultaron libros y personas expertas en acomodación y presbicia.

1.6.2 Análisis crítico de los métodos para la corrección de presbicia. Para el diagnóstico y corrección de presbicia, desde la segunda mitad del siglo XV la selección del lente positivo que proporcionara visión clara y nítida de cerca fue basada en pruebas de ensayo y error. En 1623 Daza Valdez sugirió que probablemente existía una relación entre el poder dióptrico requerido y la edad, por lo tanto estableció unos valores aproximados para el uso de lentes que corrigieran la presbicia. Estos valores eran recomendados a las personas sin

ningún principio científico y solo hasta finales del siglo XIX se comenzó a estudiar sobre las prescripciones ópticas para personas presbitas con base en la edad, la amplitud de acomodación y varios métodos objetivos y subjetivos. Esto demuestra que se han utilizado métodos de diagnóstico y corrección de presbicia pero no existen estudios que evalúen su calidad.

Ante la carencia de estudios de evaluación de métodos objetivos y subjetivos para evaluar la respuesta acomodativa en personas mayores de 40 años y determinar su corrección en visión cercana, se han tomado como referencia estudios de métodos objetivos como la retinoscopia de Nott y el MEM, los cuales en personas jóvenes han demostrado su reproducibilidad, aunque no un buen acuerdo entre los métodos y no se tenga definido un estándar de oro (12). Sin embargo, se considera que el mejor método es el Nott porque al no introducirse lentes, no contamina la acomodación y reporta una respuesta acomodativa más precisa (12).

Un estudio realizado por Rouse y col (44) demostró la validez del MEM comparándolo con el haploscopio. Los autores realizaron 3 medidas del lag de acomodación con cada método en 4 participantes con edad entre 28 y 30 años. Encontraron un valor del lag de acomodación de +0.50 D para un estímulo de 2.50D, diferencias de +0.12 D para estímulos de 1.50D y 0.37 D para 4.50 D, siendo más bajos los valores de MEM que los del haploscopio. Mostraron así que ambos métodos se correlacionaban muy bien ($r=0.975$) y, que por lo tanto, el MEM era un método válido y de gran utilidad para evaluar la respuesta acomodativa. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el estudio se realizó con una muestra muy pequeña y no se evaluó validez sino reproducibilidad la cual se determinó con el coeficiente de correlación de Pearson pero no se evaluó el grado de acuerdo entre los dos métodos de medición; es decir, hubiera sido analizado, preferiblemente, con el coeficiente de correlación intraclass y aplicar el método de los límites de acuerdo de Bland y Altman.

Locke y Somers (45) realizaron una comparación de las retinoscopias dinámicas (MEM, Nott, Cross, Bell y cilindro cruzado de Cross) en 10 jóvenes con edad entre 24 y 30 años, evaluados por dos examinadores. Aplicaron un análisis de varianza y encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos ($p < 0.0001$) pero no entre los examinadores ($p = 0.267$). El coeficiente de correlación estimado para los métodos se basó en un análisis de varianza de medidas repetidas y se encontró un valor de 0.7, indicando una buena correlación; el caso contrario ocurrió entre MEM y el método de Bell en el cual se obtuvo un coeficiente de 0.1. En este estudio los autores no indicaron como se determinó el tamaño de la muestra y de acuerdo con los resultados obtenidos, concluyeron que un examinador puede usar el método de MEM, Nott o Cross para determinar el lag de acomodación porque proporcionan valores similares, es decir, que estos tres métodos son intercambiables. Sin embargo, no determinaron cual era el nivel de acuerdo entre los métodos analizados y, por lo tanto, no se puede afirmar que en realidad sean intercambiables.

Rosenfield y cols (25) compararon diferentes procedimientos clínicos, entre ellos la retinoscopia de Nott, duocromático y cilindro cruzado de Cross con el autorefractómetro. Evaluaron la respuesta acomodativa en 24 personas con edad promedio de 25 años, que usaran o no corrección óptica y lograran una agudeza visual de 20/20 en alguno de sus ojos. Los autores encontraron, por medio de un análisis de varianza, diferencias estadísticamente significativas en los valores de la respuesta acomodativa hallados con cada método ($p = 0.001$). Examinaron los límites de acuerdo entre las pruebas encontrando el mejor acuerdo entre el autorefractómetro y la retinoscopia de Nott. El promedio de las diferencias fue de -0.22 D (DE ± 0.33 D) y los límites de acuerdo del 95% entre ± 0.65 D. Concluyeron que las pruebas en las que se requiere el uso o introducción de lentes para evaluar la respuesta acomodativa no producen resultados válidos debido a que presentan gran variabilidad, y sugirieron que Nott podría ser un método de valoración de la respuesta acomodativa adecuado porque no requiere

la adición de lentes. Los autores no reportaron ni discutieron coeficientes de reproducibilidad ni su limitado tamaño de muestra.

En 1.999 Cacho y cols (13), según la comparación del MEM y NOTT en 50 individuos con edades entre 15 y 35 años, sin desórdenes binoculares y agudeza visual de 20/20. Los autores determinaron un valor del lag de acomodación con MEM de 0.74 D y Nott de 0.53 D; es decir, una diferencia de 0.25 D entre los dos métodos. El coeficiente de correlación fue de 0.94 y una diferencia de promedios entre los métodos de 0.32 D con un límite de acuerdo del 95% entre ± 0.71 D. Por lo tanto, los autores concluyeron que los valores del lag de acomodación con MEM fueron más altos que los obtenidos con la retinoscopia de Nott debido a la introducción de lentes, por esta razón recomendaron utilizar el método de Nott, pues este procedimiento contaminaba menos la respuesta acomodativa. Los autores no reportaron como se determinó el tamaño de la muestra. Los datos se analizaron con el coeficiente de correlación de Pearson el cual solo indica el grado de asociación y no la concordancia entre ellos. Sin embargo, establecieron los límites de acuerdo de Bland y Altman.

En el 2002, García y cols (12), evaluaron personas con desórdenes binoculares usando los MEM y Nott con el objetivo de determinar el lag de acomodación con estos métodos e identificar si presentaban diferencias. De igual manera analizar la correlación entre ellos. Los autores demostraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos pruebas ($p= 0.014$) y encontraron que el valor del lag de acomodación era mayor con el método de MEM (0.34 D) comparado con el valor que reportaba la retinoscopia de Nott (0.18 D). A pesar de las diferencias entre los métodos, se observó una alta correlación ($r = 0.90$), determinada con el coeficiente de correlación de Pearson, pero una carencia de acuerdo debido a que la diferencia de promedios fue de 0.12 D y los límites de acuerdo del 95% entre ± 0.53 D, indicando que esta diferencia entre los métodos se encuentran entre -0.41 y +0.65 D y, por lo tanto, no existe un buen acuerdo; es decir, no es lo

mismo valorar la respuesta acomodativa con un método o el otro debido a que los procedimientos muestran una gran variabilidad. De acuerdo con los resultados, los autores sugieren que la retinoscopia de Nott es la más apropiada para evaluar la respuesta acomodativa y determinar el lag de acomodación. De igual manera que en los estudios mencionados anteriormente, los investigadores no describen como fue el proceso de selección de los participantes, ni como determinaron el tamaño de la muestra.

En la mayoría de los estudios el análisis de los datos fue realizado con el coeficiente de correlación de Pearson, del cual se sabe que es muy difundido y utilizado cuando se evalúan pruebas diagnósticas, pero presenta limitaciones para evaluar reproducibilidad debido a que en realidad no mide concordancia y depende de los pares ordenados de las mediciones y de la variabilidad entre las personas; es decir, si se incluyen valores extremos el coeficiente de correlación aumenta. Lo contrario ocurre con el coeficiente de correlación intraclase debido a que estima la correlación promedio entre todas las posibles ordenaciones de los pares de mediciones y, por lo tanto, no depende del orden, mide el grado de concordancia, se puede determinar en más de dos observaciones o mediciones por persona y así constituye un mejor índice de reproducibilidad que Pearson. En cuanto al método de los límites de acuerdo no fue aplicado en dos estudios (44,45) y por esta razón no informan la magnitud de las diferencias entre cada par de observaciones realizadas por cada método ni la variabilidad de los métodos y su relación con la magnitud del lag de acomodación.

Con respecto a los métodos subjetivos para determinar la corrección de presbicia uno de los más utilizados ha sido la tabla de compensación según la edad que presentan diversos autores (6,7,8,14,16,22). Sin embargo, este método presenta la desventaja de asumir que las personas que pertenecen a un mismo rango de edad, tienen igual prescripción y no se tienen en cuenta otros factores como el defecto refractivo y la respuesta acomodativa (9).

Millodot y Millodot (46) determinaron en 305 personas entre 40 y 83 años de edad, la amplitud de acomodación, la distancia de lectura y el poder de la adición con el método subjetivo, para evaluar si este valor tenía relación o coincidía con la teoría que menciona que para corregir la presbicia se debe dejar la mitad de la amplitud de acomodación en reserva y el valor restante es lo que debe compensarse con lente positivo. Los autores encontraron solo en el 50.7% de los participantes este hallazgo. Sin embargo, no se evaluó la calidad de los dos métodos en términos de sensibilidad y especificidad.

Otro estudio realizado por Blystone (47) describió la relación entre la edad y el poder de la adición necesario para corregir la presbicia usando el método subjetivo del cilindro cruzado. Los resultados demostraron que la adición aumenta +0.12 D por año desde los 40 a 50 años de edad y que después de los 50 años ésta incrementa más lentamente con un valor aproximado de +0.03D por año. La relación entre la edad y la adición indicaron una relación en forma de parábola en personas entre 40 y 75 años. En este estudio el autor no justificó la selección del método del cilindro cruzado para determinar la adición y no reconoció la limitación que esta presenta al sobreestimar los valores dióptricos para la corrección en visión próxima.

Pointer (27) evaluó la relación del género con el inicio de la presbicia y determinó, con el método subjetivo del lente de prueba, la corrección de los participantes. Demostró, con un poder del 80% y un nivel de confianza del 95% diferencias estadísticamente significativas en personas menores de 40 años de edad ($p=0.002$) con un valor dióptrico de +0.25 D mayor en mujeres que en hombres. Sin embargo, este valor no es clínicamente significativo (66). En personas mayores de 40 años no se presentaron diferencias por género ($p=0.6$).

Finalmente, anunció que no existía una prueba clínica que garantizara una adición o corrección para visión próxima con calidad óptica. Sin embargo, el método

subjetivo ha sido considerado como uno de los más fáciles y suficientes para determinar la adición (14) aunque no se han encontrado estudios que evalúen su calidad.

Tabla 2. Análisis crítico de los métodos objetivos para determinar la respuesta acomodativa.

AÑO	AUTOR	PAIS	POBLACION	EDAD (años)	PRUEBAS	TIPO DE MUESTREO	INDICE CORRELACION	LIMITE DE ACUERDO 95%
1.982	Rouse M.	U.S.A.	4	28-30	MEM Haploscopio	Transversal	0.95 C.C. Pearson	NE
1.989	Locke L.	U.S.A.	10	24-30	MEM, Nott, Cross MEM - Bell	Transversal	0.7 0.1 C.C. Pearson	NE
1.996	Rosenfield	U.S.A	24	22-30	Autorefractometro.- Nott Autorefractometro-Sheard Autorefractometro-Cilindro Cruzado de Cross	Transversal	NE	± 0.65 ± 0.91 ± 1.35
1.999	Cacho M.	España	50	15-35	MEM - NOTT	Transversal	0.94 C.C. Pearson	± 0.71
2.002	Garcia A	España	18-31		MEM NOTT	Transversal	0.90 C.C. Pearson	±0.53

NE: No evaluado

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la validez y reproducibilidad de los métodos de diagnóstico y corrección de presbicia en personas entre 40 y 65 años de edad.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la reproducibilidad inter-evaluador del método estimado monocular (MEM), retinoscopia de Nott y el método del lente de prueba.
- Establecer la validez de criterio de los métodos de prescripción de presbicia: MEM, Nott y método subjetivo del lente de prueba, utilizando como estándar de oro o diagnóstico el que presente la mayor reproducibilidad.

3. METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio de evaluación de tecnología diagnóstica en una muestra de hombres y mujeres con edades entre 40 y 65 años de edad que asistan a consulta de optometría, por demanda del servicio y sean residentes del área metropolitana de Bucaramanga.

3.2 POBLACIÓN ESTUDIO

Fueron elegibles hombres y mujeres con edades entre 40 y 65 años de edad, que asistían a consulta de optometría entre febrero y noviembre del año 2005, residentes del área metropolitana de Bucaramanga.

3.2.1 Tamaño de la muestra. Para determinar el tamaño de la muestra se realizó previamente una prueba piloto con 50 personas en las que se determinó la reproducibilidad inter-examinador, reportando un coeficiente de correlación intraclase de 0.75, el cual fue la base para calcular el tamaño de muestra.

El cálculo se determinó con un poder del 80% y un nivel de significancia del 0.05 que permitiera encontrar un coeficiente de correlación intraclase de 0.7 con una diferencia superior e inferior a 0.1 (48) (Anexo1). Teniendo en cuenta estas consideraciones, se calculó una muestra de 159 personas, pero se incluyeron 226 participantes con el objetivo de evaluar aproximadamente de 7 a 10 personas por cada año de edad.

3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Hombres y mujeres con edad entre 40 y 65 años.
- Residentes del área metropolitana de Bucaramanga.

3.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Fueron excluidas para participar en el estudio personas con cualquiera de estas condiciones debido a que impiden o afectan la evaluación del mecanismo acomodativo del ojo.

- Estrabismo
- Catarata
- Afaquia
- Pseudoafaquia
- Ambliopía
- Usuarios de lentes de contacto.

3.5 RECLUTAMIENTO

A todas las personas que asistían a consulta de Optometría, en un consultorio privado, se les informó sobre el trabajo de investigación y sus objetivos propuestos. Dos optómetras aplicaron una prueba para seleccionar a los participantes (Anexo 2). Cada persona que cumplía con los criterios de inclusión fue seleccionada y se le solicitó su consentimiento, por escrito, para participar en el estudio (Anexo 3), posteriormente se realizaron las mediciones y los resultados se registraron en el formato de registro (Anexo 4).

A las personas elegibles se les aplicó un muestreo de tipo corte transversal.

3.6 VARIABLES

De acuerdo con los objetivos planteados, la literatura y los estudios realizados (11-13, 44-47) las variables analizadas en el estudio se mencionan a continuación y se encuentran definidas en la tabla 3.

- Sociodemográficas: edad y sexo.
- Antecedentes visuales y oculares
- Fecha del último control ocular
- Corrección óptica con anteojos en uso

- Agudeza visual habitual:
 Visión lejana ojo derecho (OD) y ojo izquierdo (OI)
 Visión próxima OD y OI.

- Estado motor:
 Presencia de desviación en visión lejana y visión cercana
 Tipo de desviación en visión lejana y visión cercana
 Magnitud de la desviación en visión lejana y visión cercana

- Refracción Estática: poder refractivo OD y OI
- Estado refractivo con refracción estática OD y OI
- Agudeza visual de lejos con la refracción del OD y el OI
- Refracción Subjetiva Monocular: poder refractivo OD y OI
- Estado refractivo con refracción subjetiva monocular OD y OI
- Agudeza visual de lejos con la corrección del subjetivo OD y OI

- Poder dióptrico en visión próxima: corrección de presbicia
 MEM OD y MEMOI.
 Nott OD y Nott OI.
 Método subjetivo del lente de prueba OD y OI.

- Agudeza visual con corrección en visión cercana:
 MEM OD y OI
 Nott OD y OI
 Lente de prueba OD y OI

- Estado motor en visión próxima:
Presencia o ausencia de desviación
Tipo de desviación
Magnitud de la desviación.
- Amplitud de acomodación
Método de Sheard OD y OI
Método de Donders (Pushup) OD y OI

3.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de los datos se utilizó el formato de registro (Anexo 4) diligenciado por cada evaluador. A cada participante del estudio se le asignó un código o número de registro. El orden de aplicación de los métodos MEM, retinoscopia de Nott y el método subjetivo fue aleatorio y para evitar el sesgo del test o del diagnóstico, los observadores fueron enmascarados garantizando que ninguno conociera el resultado del otro evaluador, las valoraciones fueron independientes. Los valores de las pruebas MEM y método subjetivo o lente de prueba se registraron en Dioptrías y la retinoscopia de Nott en centímetros (cm).

Los procedimientos fueron realizados por dos optómetras entrenados previamente para realizar cada una de las pruebas siguiendo los protocolos clínicos establecidos (49,50). Las personas se evaluaron en un consultorio privado de optometría con un nivel de iluminación de 886 lux, necesarios para diferenciar detalles finos con contraste regular y por largos períodos de tiempo (51).

3.7.1 Variables sociodemográficas

- Edad: se midió en años cumplidos.
- Sexo: masculino y femenino.

3.7.2 Antecedentes visuales y oculares. A cada participante se le preguntó si presentaba o no irritación ocular, visión borrosa, cansancio visual de cerca, lagrimeo y ardor ocular. Con la corrección en uso a los que tenían y sin ella a los que no la tenían.

3.7.3 Fecha del último control ocular. Se indagó a cada persona si era la primera vez que asistía a un examen visual o hacia cuanto se hizo el último examen visual en el cual cambió su corrección. Se registró en años cumplidos.

3.7.4 Corrección óptica en uso. Se le preguntó si usaba o no corrección óptica con anteojos. Si el participante presentaba la corrección, se determinó la potencia dióptrica de cada lente por medio del lensómetro (esfera, cilindro, eje).

3.7.5 Agudeza visual habitual. Este procedimiento se realizó sin anteojos o con anteojos si la persona los presentaba.

La agudeza visual se define como la expresión numérica del sentido de las formas y corresponde a un ángulo de resolución subtendido en la retina por el objeto más pequeño que pueda ser percibido. Por lo tanto, la agudeza visual mínima corresponde a un ángulo de resolución visual de 1 minuto de arco.

Agudeza visual de lejos: Para este procedimiento se utilizó el proyector de optotipos (American Optical) o cartilla de letras números o figuras el cual permite graduar o calibrar el foco de las letras a la distancia que se evalúa la agudeza visual: 6 metros, 4 metros etc, sin alterar el valor de la agudeza visual. Cada línea de letras, figuras o números está dispuesta de manera decreciente en varias filas y cada letra tiene una forma que permita incluirse en un cuadrado cuyo tamaño es cinco veces mayor que el grosor de la línea que compone la letra. El grosor de las líneas se calcula de manera que los bordes formen un ángulo visual de 1 minuto para una distancia dada. Por lo tanto, la letra abarca un ángulo de 5

minutos a esta distancia y el ojo para verla debe tener una capacidad de resolución de un minuto utilizados para determinar la agudeza visual.

En este estudio se utilizó el proyector con el optotipo de letras de Snellen. La distancia entre la persona examinada y la proyección de las letras fue de 4 metros es decir, que la persona a esta distancia debió percibir las letras de la línea del optotipo correspondiente a 4 metros, de lo contrario su visión de lejos es defectuosa. La luminancia o claridad con la que se observaban las letras se determinó con el luxómetro y fue de 98.9cd/m^2 (candelas/metro cuadrado) considerada dentro del rango de luminancia recomendada por el National Research Council (53).

Se le pidió al participante que se sentara y colocara un ocluser delante de su ojo izquierdo para evaluar la agudeza visual del ojo derecho. Con el ojo derecho abierto se le pidió que observara la primera letra del optotipo, es decir la de mayor tamaño que era la E, la cual corresponde a una agudeza visual de 20/400 según la notación o fracción de Snellen expresada en pies que es la forma estándar de registrar la medida de agudeza visual. El numerador indica la distancia, en pies, a la cual la persona se encuentra del optotipo y el denominador la línea que ve a esa distancia. A una distancia de 6 metros el 20/400 (pies) se expresa 6/120 y si la persona esta ubicada a 4 metros, como en este estudio, y observa la misma letra E de mayor tamaño, se expresa 4/80 (). Esto indica que el optotipo se encuentra a 4m de distancia y la persona observa a 4 metros detalles que subtenden un ángulo de un minuto de arco en la retina y son diseñados para observar a 80 metros.

Posteriormente se le dijo a la persona que mencionara las letras que correspondían a cada fila siguiente hasta llegar a la fila de letras con tamaño más pequeño, es decir al 20/20, indicando que la visión no es defectuosa porque a 20 pies observa o es capaz de distinguir detalles de las letras del optotipo de un

minuto de arco diseñadas para ser percibidas a esta distancia; en metros sería 4/4. Si el participante no veía más de la mitad de las letras completas de una fila se detenía el procedimiento y se registraba el valor de la agudeza visual correspondiente a la línea anterior. Luego se le ocluyó el ojo derecho para que observara con el ojo izquierdo y se aplicó el mismo procedimiento.

Para registrar la agudeza visual la forma más usual es la notación de Snellen pero existen otras formas que son de gran utilidad en el análisis de datos, entre ellas la notación del mínimo ángulo de resolución visual (MAR) o su logaritmo conocido como notación logMAR (logaritmo del mínimo ángulo de resolución visual). Así para una agudeza visual, según la fracción de Snellen 20/20, el MAR es 1 luego el logaritmo es 0 y este valor corresponde a la notación logMAR.

En este estudio la agudeza visual se determinó con el optotipo de Snellen y su fracción pero se registró el MAR correspondiente. El mismo protocolo se realizó para determinar la agudeza visual en el ojo izquierdo.

Agudeza visual de cerca: Para determinar la agudeza visual en visión próxima se utilizó la cartilla de letras con una luminancia de 81.17cd/m^2 .

Se le pidió al participante que sostuviera con ambas manos la cartilla de letras a una distancia de 40 cm., medidos con la regla de Krimsky. Se ocluyó su ojo izquierdo y se le dijo que con el ojo derecho iniciara la lectura de la cartilla desde el párrafo que tenía las letras de tamaño más grande, las cuales correspondían a una agudeza visual de 6.3 MAR, y que continuara la lectura de cada párrafo hasta donde alcanzara a leer nítido. Si lograba leer el párrafo de letras más pequeñas, que corresponde a una agudeza visual de 1.25 Notación MAR, indicaba que la persona tenía una buena agudeza visual de cerca porque pudo subtender un ángulo de resolución visual de 1.25 minutos de arco en visión cercana. Este es el valor del mínimo ángulo de resolución visual con el que están diseñados los optotipos para esta distancia (53).

Posteriormente se le pidió al participante que se colocara el oclisor delante de su ojo derecho para evaluar el ojo izquierdo, y se repitió el procedimiento aplicado en el ojo derecho.

3.7.6 Estado motor. A cada participante se le realizó la valoración del paralelismo de los ejes visuales dado por los músculos extraoculares.

En este procedimiento se aplicó el cover test alternante.

1. Se colocó la corrección con anteojos de cada participante, si presentaba.
2. Se le dijo que fijara de lejos, a una distancia de 4 m, una letra del optotipo de Snellen de la línea de visión correspondiente a una agudeza visual de 20/100 y que la mantuviera enfocada.
3. Se colocó el oclisor en el ojo derecho durante 2 o 3 segundos y se movió rápidamente del ojo derecho al izquierdo, observando la dirección del movimiento en el ojo derecho al momento de destaparlo.
4. Se realizaron los pasos mencionados anteriormente en el ojo izquierdo y luego el mismo procedimiento se repitió varias veces en cada ojo.
5. Se identificó si hubo o no movimiento. Si no se encontró movimiento se registro como desviación ausente y si se identificó el movimiento, desviación presente.
6. Luego se observó la dirección del movimiento de cada ojo en el momento de desocluirlo. Si el movimiento era hacia adentro al desocluir cualquiera de los dos ojos, se registró como exoforia, quiere decir que ambos ojos estaban hacia afuera, y si los ojos se movían hacia afuera al desocluir cualquiera de los dos, indicó la presencia de una endoforia, desviación de ambos ojos hacia adentro.

7. Finalmente, se determinó la magnitud de la desviación con prismas sueltos y se registró el valor (dioptrías prismáticas) cuando el movimiento fue neutralizado, es decir, cuando no existió movimiento de ninguno de los ojos al desoccluir.

En visión cercana, se realizó el cover test alternante de la siguiente manera:

1. Se determinó si el participante presentaba o no anteojos y si los tenía, se le pidió que se los colocara.
2. Se le dijo que fijara con ambos ojos la letra E reducida de Snellen y la mantuviera enfocada.
3. Se aplicó el mismo procedimiento utilizado en visión lejana para determinar la presencia o ausencia de desviación, el tipo de desviación y magnitud en visión cercana.

3.7.7 Refracción estática. Para determinar el poder o estado de refracción objetiva del ojo en visión lejana en cada participante se realizó la retinoscopia estática con el retinoscopio de franja No 18200 y una bombilla de luz halógena de 3.5 voltios (Welch Allyn).

1. El evaluador fijó el mango del retinoscopio en su posición mas baja (efecto de espejo plano en el cual los rayos divergen levemente) y se colocó a una distancia de 50 cm. del participante. Esta distancia implica lentes de trabajo de 2.00D, calculada como el recíproco de la distancia en metros.
2. Se colocó en el forópter el lente de +2.00 D para compensar la distancia de trabajo del examinador (50 cm).
3. Se le pidió a cada participante que observara, con ambos ojos el punto de

fijación a una distancia de 4 m (la E de Snellen que equivale a una agudeza visual de 20/400 para que su acomodación estuviera en reposo. Se le explicó que iba a ver borroso pero debería mantener la fijación en ese punto sin observar el reflejo del retinoscopio.

4. El examinador sostuvo el retinoscopio con su mano derecha y observaba con su ojo derecho a través de el mismo, el ojo izquierdo del participante y viceversa.

5. Se dirigió hacia el ojo derecho del participante un haz de luz paralelo; esto produce la iluminación de la retina y la luz reflejada por ella causa reflejos observados por el evaluador en la pupila del ojo del participante.

6. El examinador movió la franja vertical y horizontalmente a través de la pupila observó si el reflejo se movía en cada meridiano hacia la misma dirección de la franja o en dirección opuesta. Posteriormente el evaluador movió el mango de control hasta que la franja quedara horizontal y realizó el movimiento vertical observando la dirección del reflejo.

7. El evaluador determinó la refracción de cada ojo del participante observando el movimiento del reflejo. Se observó la dirección, directo o inverso, la velocidad, si el movimiento de un meridiano era más lento o más rápido que el otro y la magnitud, poder dióptrico. Primero se evaluó el ojo derecho y si no se determinaba ningún cambio en la iluminación de la pupila o no había movimiento en el meridiano horizontal ni en el meridiano vertical, el punto remoto o punto más lejano observado claramente coincidía con la posición del retinoscopio es decir el reflejo estaría neutralizado. En este caso el estado refractivo de la persona en el ojo derecho era emétrope (sin alteración refractiva) y se registró como 0.00 D.

Si el movimiento del reflejo en los dos meridianos se dirigía hacia la misma dirección a la cual se movía la franja, era directo o positivo (+), y la misma

velocidad correspondía a una ametropía esférica (igual magnitud en sus meridianos) positiva tipo hipermetropía y para cuantificarla se neutralizó con lentes positivos; es decir el evaluador adicionaba con el forópter lentes positivos en pasos de 0.25 D hasta que no se observara ningún movimiento directo en cada meridiano. De esta manera era determinado el poder dióptrico con el último lente que adicionó para neutralizar el movimiento. Se registró el poder dióptrico del lente.

Si el movimiento era inverso o negativo (-) y tenía la misma velocidad en ambos meridianos el estado refractivo era una ametropía esférica negativa tipo miopía y para identificar la magnitud dióptrica se neutralizó con lentes negativos realizando el mismo procedimiento anterior.

En casos en los cuales el evaluador identificó movimientos diferentes en el meridiano vertical y horizontal en cuanto a dirección o velocidad; la magnitud en un meridiano era diferente a la del otro y por lo tanto fue necesario neutralizar el movimiento de cada meridiano por separado con lentes positivos o negativos según el caso. Debido a la diferencia de poder dióptrico en los dos meridianos la ametropía fue astigmática y su magnitud resultó una combinación de lentes, por lo tanto, al registrarla generó tres variables: El poder esférico que correspondió al meridiano neutralizado con el lente más positivo, el poder cilíndrico correspondió a la diferencia o recorrido dióptrico de los dos meridianos y, el eje, o grados en los cuales estaba localizado el astigmatismo, fue determinado por el meridiano neutralizado con el lente más positivo.

El lente o combinación de lentes con las que se consigue la neutralización se llama resultado bruto y este se convierte en resultado neto al compensar algebraicamente al poder esférico una lente negativa de $-2.00D$, por la distancia a la cual se realizó la retinoscopia (50cm).

Así se obtuvo el registro de la refracción estática en cuanto a magnitud del error refractivo; luego para ametropías esféricas: miopía o hipermetropía el poder dióptrico fue solamente el de la esfera expresada en Dioptrías, mientras para ametropías astigmáticas se determinaron los tres componentes: esfera (D), cilindro (D) y el eje (grados). Cada una se registró como una variable continua.

El mismo procedimiento se realizó en el ojo izquierdo para determinar la refracción estática.

3.7.8 Estado refractivo con refracción estática. Después de identificar el poder dióptrico de cada ojo con la refracción estática en la persona examinada, se determinó el estado refractivo correspondiente en el ojo derecho e izquierdo: emétrope, miope, hipermétrope o astígmata.

Emétrope: Cuando no fue necesario adicionar lentes el registro fue 0.00D.

Hipermétrope: Cuando el poder dióptrico de la refracción estática se registró con signo positivo.

Miope: Cuando el poder dióptrico de la refracción estática era con signo negativo.

Astigmata: Cuando el poder dióptrico tenía componente esférico, cilíndrico y en el eje. El poder esférico, en dioptrías positivas o negativas; el poder cilíndrico o del astigmatismo, en dioptrías negativas, y el eje, en grados.

3.7.9 Agudeza visual de lejos con refracción estática. Se colocó en el forópter el poder refractivo determinado para cada ojo con la retinoscopia estática y se valoró la agudeza visual de lejos para el ojo derecho e izquierdo en cada participante según el protocolo mencionado para la toma de agudeza visual.

3.7.10 Subjetivo monocular. Una vez realizada la toma de agudeza visual con el valor de la refracción se realizó el subjetivo monocular de lejos a cada participante

con el fin de determinar la máxima potencia esférica positiva que proporciona la mejor agudeza visual (20/20 o 1 MAR).

1. Se colocó el resultado de la retinoscopía estática del participante en el forópter.
2. Se le ocluyó el ojo izquierdo.
3. Se le emborronó el ojo derecho con lente positivo de 2.00 D.
4. Se le empezó a disminuir lente positivo en pasos de 0.25, hasta lograr una agudeza visual de 20/40 o 1.995 MAR.
5. Se realizó el cilindro cruzado en caso de astigmatismos, para afinar la graduación del eje y potencia del cilindro.
6. Se disminuyó, nuevamente en la esfera, lente positivo en pasos de 0.25 hasta lograr la máxima agudeza visual con ojo derecho. El resultado obtenido era la potencia dióptrica esférica en casos de miopía o hipermetropía y adicionalmente la potencia cilíndrica y su respectivo eje en casos de astigmatismo.
7. Se repitió el mismo procedimiento para el ojo izquierdo.

3.7.11 Estado refractivo con refracción subjetiva monocular. De acuerdo con la potencia dióptrica determinada en la refracción subjetiva monocular para el ojo derecho e izquierdo de cada participante se identificó el estado refractivo correspondiente: emétrope, miope, hipermétrope y astígmata de la misma manera como se mencionó en la refracción estática.

3.7.12 Agudeza visual de lejos con la refracción subjetiva monocular. Se colocó en el forópter el poder dióptrico determinado en la refracción subjetiva

monocular para el ojo derecho y el ojo izquierdo y se realizó la toma de agudeza visual siguiendo el procedimiento expuesto.

Para realizar las pruebas siguientes, a cada evaluador se le asignó un código: 1 y 2, para identificar los procedimientos realizados por cada uno y evaluar la reproducibilidad inter- examinador en cada una de las pruebas.

3.7.13 Poder Dióptrico en visión cercana. Para determinar la potencia dióptrica necesaria para visión cercana, se aplicaron los dos métodos objetivos: MEM y retinoscopia de Nott y el método subjetivo o del lente de prueba. Para realizar el MEM y la retinoscopia de Nott se utilizó el retinoscopio de franja No 18200 y una bombilla de luz halógena de 3.5v (Welch Allyn) con las tarjetas de fijación magnética No 18250 con referencia grado 1 y grado 6, que equivalen a agudezas visuales de 20/80 y 20/40, respectivamente, para producir el estímulo acomodativo. Las dimensiones de las tarjetas fueron de 6 cm. X 6 cm. Su luminancia o brillo fue de 81.17 cd/m^2 ().

El orden de las dos pruebas objetivas, MEM y retinoscopia de Nott, fue aleatorizado. Cada examinador sorteaba cual prueba aplicaba primero, si MEM prueba #1 registrada en Dioptrías, o Nott prueba # 2 registrada en cm. Una vez realizadas estas pruebas se aplicó el método subjetivo el cual se registró en Dioptrías.

3.7.13.1 Método estimado monocular (MEM)

1. Se colocó en el forópter el poder dióptrico del participante determinado con la refracción subjetiva monocular en cada ojo.
2. Se seleccionó la tarjeta de fijación magnética con la que el participante identificara las letras a una distancia de 40 cm.

3. Se colocó la tarjeta de fijación magnética en el retinoscopio.
4. Se colocó el mango del retinoscopio de franja en la posición baja (efecto de espejo plano) y se situó la franja verticalmente.
5. El examinador sostuvo el retinoscopio a una distancia de 40 cm. desde los ojos del participante para generar un estímulo de acomodación, con la tarjeta de fijación, de 2.50 D. La distancia del retinoscopio se mantuvo constante.
6. Se dirigió hacia el ojo derecho del participante un haz de luz paralelo; esto produce la iluminación de la retina y la luz reflejada por ella causa reflejos observados por el evaluador en la pupila del ojo del participante.
7. Se le pidió que binocularmente leyera las letras de la tarjeta, preferiblemente en voz alta.
8. El examinador movió la franja vertical y horizontalmente a través de la pupila observó si el reflejo se movía en la misma dirección de la franja o en dirección opuesta.
9. El evaluador estimó el valor dióptrico que neutralizara el movimiento (directo: positivo, inverso: negativo), introduciendo lentes en pasos de 0.25D rápidamente para no afectar la respuesta acomodativa.
10. El valor obtenido se registro en dioptrías y correspondió al lag de acomodación o la potencia dióptrica requerida para visión cercana.
11. Se dirigió el retinoscopio hacia el ojo izquierdo y se realizó el mismo procedimiento del ojo derecho hasta estimar el valor dióptrico positivo.

3.7.13.2 Retinoscopia de Nott

1. Se colocó en el forópter el poder dióptrico del participante determinado con la refracción subjetiva monocular en cada ojo.
2. Se seleccionó la tarjeta de fijación magnética con la que el participante identificara las letras a una distancia de 40 cm. la cual se colocó en la barra de lectura del forópter.
3. A esta distancia, se colocó el retinoscopio y se le pidió al participante que observara las letras mientras el examinador observaba el reflejo retinoscópico de ambos ojos. Si se observaba un movimiento directo (+) el examinador se alejó de la tarjeta, junto con el retinoscopio, hasta conseguir el punto neutro en el ojo derecho; es decir se detuvo y determinó la distancia en centímetros a la cual no se observó movimiento. Si el movimiento que se observaba era inverso (-), el examinador se acercaba con el retinoscopio por fuera del sitio de fijación hasta conseguir la neutralización.
4. Se registró la distancia de neutralización del movimiento en centímetros; así se evitó que los resultados obtenidos con otro método influyeran al realizar la retinoscopia de Nott.
5. Se repitió el procedimiento en el ojo izquierdo del participante.

Una vez realizadas todas las pruebas a cada participante, se calculó la diferencia entre el estímulo acomodativo (distancia de fijación de la tarjeta 40 cm = 2.50 D) y la respuesta acomodativa (recíproco de la distancia en metros a la cual se encontró el punto neutro: 50cm = $1/0.5 = 2.00$ D). El resultado de esta diferencia correspondía a la potencia en dioptrías necesaria para visión cercana y se registró en dioptrías exactas y en dioptrías aproximadas al cuarto más cercano; es decir, si

el resultado era 2.32 D se aproximó a 2.25 D. Este valor también fue determinado en centímetros. Como el estímulo se mantuvo constante a una distancia de 40 cm y se registró la distancia a la cual se neutralizó el reflejo (ej: 70 cm); el rango entre estas dos medidas correspondió al lag de acomodación en centímetros, en este caso sería 30 cm.

Debido a que con este método se pudo obtener el valor en dioptrías y centímetros, los resultados fueron analizados en ambas unidades.

3.7.13.3 Método subjetivo del lente de prueba. Esta prueba se realizó después de aplicar las dos pruebas objetivas. Se utilizó la cartilla de letras u optotipo para tomar la agudeza visual de cerca, con una luminancia de 81.17 cd/m^2 .

Esta prueba se realizó de la siguiente manera:

1. Se colocó en la montura de prueba la refracción subjetiva monocular de cada ojo del participante.
2. El participante sostuvo con ambas manos, a una distancia de 40 cm, la cartilla de lectura.
3. Se ocluyó el ojo izquierdo de la persona y se le preguntó que si con el ojo derecho veía las letras de tamaño más grande, las cuales correspondían a una agudeza visual de 6.3 MAR. Si no las observaba, se adicionaron lentes de potencia positiva en pasos de 0.25 D hasta que alcanzara a leer el párrafo de letras de tamaño más pequeño correspondiente a la línea de agudeza visual 0.5 M o 1.25 notación MAR, y se registró el poder dióptrico del lente con el que pudo leerlas claramente.

Si la persona observó las letras de tamaño más grande, se le pidió que continuara

leyendo hasta el párrafo donde alcanzara a ver nítido. Si alcanzaba a leer hasta el párrafo de letras de tamaño mas pequeño no era necesario adicionar lentes positivos, es decir no tenía que usar potencia dióptrica para cerca; se registró como 0.00 D. Si por el contrario, la persona se detenía porque no podía seguir leyendo debido a que las letras no eran nítidas, se adicionó lentes positivos en pasos de 0.25 D hasta que alcanzara el párrafo de letras de tamaño más pequeño y se registró el poder dióptrico del lente.

4. Se ocluyó el ojo derecho del participante para evaluar el ojo izquierdo y se realizó el mismo procedimiento.

3.7.14 Agudeza visual de cerca. Una vez determinado el poder dióptrico de cerca con los tres métodos, MEM, Nott y Lente de prueba, se evaluó la agudeza visual en visión cercana, en cada ojo del participante.

1. Se colocó en la montura de prueba el poder dióptrico de lejos y la potencia determinada de cerca con cada uno de los métodos en el ojo derecho y el izquierdo.

2. Se aplicó el procedimiento descrito para la toma de agudeza visual de cerca y se registró la medida con cada método:

Agudeza visual (AV) MEM OD

AV MEM OI

AV Nott OD

AV Nott OI

AV Subjetivo lente de prueba OD

AV Subjetivo lente de prueba OI

3.7.15 Estado motor en visión cercana. Esta prueba se realizó para identificar la presencia de desviaciones, dirección, tipo y magnitud.

Se colocó en la montura de prueba, la refracción subjetiva monocular en cada ojo del participante y el poder dióptrico de cerca de potencia más baja y se siguió el protocolo descrito para determinar el estado motor.

3.7.16 Amplitud de acomodación. Esta prueba se determinó por medio de dos métodos: el método de Sheard y el de acercamiento o Donders.

3.7.16.1 Método de Sheard

1. Se colocó en la montura de prueba el poder dióptrico de la refracción subjetiva monocular de cada ojo del participante.
2. Se colocó el poder dióptrico positivo más bajo obtenido por alguno de los tres métodos para visión cercana o con el que lograra su mejor agudeza visual de cerca.
3. Se ocluyó el ojo izquierdo del participante para evaluar el ojo derecho y se le pidió que sostuviera con ambas manos el optotipo de visión próxima a una distancia de 40 cm.
3. Se le pidió al participante que leyera el párrafo correspondiente a una línea menor de su mejor agudeza visual, es decir 0.75 M o 1.585 MAR.
4. Se adicionó lente negativo en pasos de 0.25 D, dando 5 a 10 segundos para aclarar las letras, hasta que el participante no pudiera leer o no mantuviera nítidas las letras. Se registró el valor del último lente con el que vio nítido.

5. Luego se ocluyó el ojo derecho y se examinó el ojo izquierdo aplicando el mismo procedimiento.

La amplitud de acomodación se determinó, para cada ojo, compensando algebraicamente al valor del último lente, 2.50 Dioptrías por la demanda acomodativa o distancia de fijación a 40 cm y el valor del poder dióptrico de cerca.

3.7.16.2 Método de acercamiento “push up” o Donders:

1. Se colocó el poder dióptrico de la refracción subjetiva monocular de cada ojo del participante.

2. Se le pidió que sostuviera la tarjeta de visión próxima a 50 cm y observará el párrafo correspondiente a la línea de visión 0.75 M O 1.585 MAR.

3. Se ocluyó el ojo izquierdo para evaluar el derecho y se le pidió que lentamente acercara la tarjeta e informara cuando las letras empezaran a verse borrosas y se detuviera.

4. Se midió la distancia en centímetros a la cual quedó situada la tarjeta desde el plano de la montura de prueba. Esta medida correspondió al punto cercano de acomodación o amplitud de acomodación y se registró para el ojo derecho.

5. Se determinó el recíproco de la distancia en metros ($1/0.4 \text{ m} = 2.5 \text{ D}$) para que la amplitud de acomodación de cada ojo fuera expresada en dioptrías.

6. Luego se ocluyó el ojo derecho para determinar la medida en el izquierdo y se aplicó el mismo procedimiento.

3.8 MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis se crearon bases de datos dobles, en el programa EpilInfo versión 6.04d (54) y se validaron con el subprograma EpilInfo validate. Las bases de datos fueron exportadas con Stata transfer al programa STATA 9.0 (55) en el cual se realizó el procesamiento y análisis de datos.

Se realizó un análisis univariado para describir cada una de las variables del estudio. Se estimaron las medidas de tendencia central de las variables continuas y las proporciones de las variables discretas.

Se evaluó la normalidad de las variables continuas y de los valores obtenidos por los métodos de MEM, Nott y lente de prueba mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se aplicó Wilcoxon, prueba no paramétrica, para establecer comparaciones si la distribución de las mediciones no era normal.

Se observó, mediante diagramas de dispersión, la correlación entre las medidas determinadas por cada evaluador para cada ojo en las tres pruebas.

La reproducibilidad se determinó con el coeficiente de correlación intraclase y sus respectivos intervalos de confianza. Se tuvo en cuenta que los valores dióptricos obtenidos con los tres métodos no seguían una distribución normal, por lo tanto se evaluó cada prueba con la escala de poderes para determinar la transformación de la variable que permitiera seguir la normalidad lo cual no fue posible. Sin embargo, debido a que el coeficiente de correlación intraclase no necesariamente depende de la distribución normal divariada (), para poder ser aplicado y estimar la reproducibilidad, no fue necesario transformarlas.

En primer lugar se determinó la reproducibilidad de los valores obtenidos entre el evaluador 1 y el evaluador 2, en el ojo derecho e izquierdo, aplicando cada uno

de los métodos. También se estimó la reproducibilidad con el coeficiente Kappa ponderado $= 1 - \{(i-j)/(k-1)\}^2$ con el que se obtuvieron resultados similares a los determinados con el coeficiente de correlación intraclase. Esto se debe a que la ponderación o asignación de pesos a las celdas se realizó basándose en el cuadrado de las discrepancias o pesos cuadráticos y a que las distribuciones marginales son idénticas.(). Adicionalmente, se calculó el coeficiente de correlación o concordancia de Lin (39, 41). El nivel de acuerdo o concordancia entre los dos evaluadores se determinó con los límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman (42)

En la retinoscopia de Nott la reproducibilidad entre los evaluadores se determinó no solo en dioptrías sino también en centímetros, porque esta variable se podía registrar de las dos formas.

En segundo lugar, se calculó el promedio de los valores en dioptrías obtenidos con el método de MEM, por el evaluador 1 y el evaluador 2 en el ojo derecho, y luego, en el ojo izquierdo. Así mismo, se calculó con la retinoscopia de Nott y el método subjetivo, para determinar la reproducibilidad entre los métodos utilizando el coeficiente de correlación intraclase, kappa ponderado y coeficiente de concordancia de Lin y se estableció el nivel de acuerdo entre los métodos aplicando los límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman.

Para determinar la validez de criterio de las pruebas se seleccionó el método más reproducible como diagnóstico, prueba de referencia o estándar de oro. Se realizaron tablas de 2x2 para cada ojo solamente en aquellos valores dióptricos a partir de 1.00D hasta 2.00D, valores en los cuales el número de personas en cada marginal era superior a 10 (). Se determinó un margen de $\pm 0.25D$ en los otros dos métodos para cada uno de estos valores, debido a que este fue el límite de acuerdo obtenido con el método de los límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman en el diagnóstico. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos, nivel de la prueba y los índices de calidad K (1,0), K (0,0) y k (0,5).

Finalmente se evaluó la legitimidad de los métodos por medio de la prueba estadística χ^2 (X^2), según lo recomendado por Kraemer (53), con un nivel de significancia del 5%.

3.9 ASPECTOS ÉTICOS

Según la resolución 008430 de 1.993 expedida por el Ministerio de salud, que contempla los aspectos éticos de la investigación con seres humanos; el estudio se consideró de riesgo mínimo debido a que no implicó procedimientos invasivos físicos ni emocionales. Se respetaron los principios éticos de autonomía, confidencialidad, beneficencia, no maleficencia y justicia.

La participación de las personas en el estudio fue voluntaria y se registró su aceptación por medio del consentimiento informado. (Anexo 5).

La confidencialidad se protegió por medio de códigos de registro asignados a cada participante y conocidos solo por el investigador encargado.

El principio de beneficencia, se protegió demostrando la calidad y aplicación de los métodos.

Así mismo se conservó el principio de la no maleficencia, no alterando el protocolo de aplicación de cada método y el de justicia aplicándolos en las mismas condiciones.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La población estudio estaba constituida por 226 personas con edad entre 40 y 65 años. La mediana fue 51 años (rango intercuartílico RI = 45 a 57). El 71.6% eran mujeres y el 28.32% hombres.

En cuanto a los antecedentes visuales que presentaban los participantes, el de mayor frecuencia fue la visión borrosa en visión próxima 57.3% seguido de cansancio visual con una proporción del 14.1%, ardor ocular 10.62%, irritación ocular 7.96% y lagrimeo 3.8%. El 24.34% de las personas presentaron otros síntomas como cefalea, salto de renglones y/o sensación de cuerpo extraño.

De las 226 personas examinadas, 8 asistieron por primera vez a un examen visual. La fecha del último examen visual, al que asistieron los participantes, en promedio fue de 1.7 años (IC 95% 1.58 a 1.95).

Una proporción de 56.64% de los participantes usaba anteojos para corregir su estado refractivo. De acuerdo con lo que se describe en la tabla 4 y 5 se presentó con mayor frecuencia corrección de hipermetropía; en el ojo derecho 47.66% y en el izquierdo 51.66%. Los valores dióptricos fueron similares en ambos ojos ($p = 0.53$); estaban comprendidos entre 0.25 D a 3.25 D, la mediana para el ojo derecho fue de 0.75 D (RI = 0.25-1.50) y para el ojo izquierdo 1.00 D (RI = 0.5-1.37).

Al valorar el estado motor se encontró que en visión lejana solamente un participante presentó desviación de los ejes visuales tipo exoforia con magnitud de 7 dioptrías prismáticas (D[^]). Los demás participantes no presentaron alteración.

En visión próxima, el 42.92% de los participantes presentó desviación de los ejes visuales, 94 personas exoforia y 3 endoforia.

En la prueba de refracción estática se encontró que en el ojo derecho el estado refractivo más frecuente fue la hipermetropía; el 47.79% de los participantes presentó esta alteración. La mediana y el rango intercuartílico de cada tipo de estado refractivo se pueden observar en la Tabla 6.

En el ojo izquierdo se determinó que el 51.56% eran hipermétropes, siendo el estado refractivo más prevalente, según lo muestra la tabla 7.

El 96.46% de los participantes presentaron, con esta corrección, una agudeza visual en el ojo derecho de 1.0 MAR y el 3.54% 1.25 MAR. En el ojo izquierdo el 95.58% presentó agudeza visual de 1.0 MAR y el 4.42% 1.25 MAR.

En la refracción subjetiva monocular se encontró en OD y OI que la alteración más frecuente fue la hipermetropía con una proporción de 43.81% y 49.56%, respectivamente. La mediana correspondiente a cada tipo de estado refractivo se puede observar en las tablas 8 y 9.

La agudeza visual de lejos en el ojo derecho y en el ojo izquierdo en el 98.57% de los participantes, con el poder determinado en la refracción subjetiva monocular, fue de 1.0MAR. y en el 1.33% 1.25MAR.

En visión cercana el evaluador 1 demostró que el 50.88% de los participantes no presentaron desviación de los ejes visuales mientras el 43.02% presentaron exodesviaciones tipo foria con valor promedio de 5 D^Δ y el 3.10% endoforias con un valor promedio de 4 D^Δ. El evaluador 2 identificó la presencia de exodesviación tipo foria en el 39.82% de los participantes con un valor promedio de 5D^Δ y el 2.65% presentó endoforia con un valor promedio de 4D^Δ.

En cuanto al valor de la amplitud de acomodación determinada con el método de Sheard por el evaluador 1 y el evaluador 2 en el ojo derecho, correspondió a una mediana de 1.75 D (RI = 1.5 – 2.5) y, en el ojo izquierdo el valor determinado por los dos evaluadores fue similar. Con el método de Donders en el ojo derecho el valor hallado por el evaluador 1 y el evaluador 2 correspondió a 3.00 D en ambos ojos. Tabla 10.

Retinoscopia de MEM. La distribución de frecuencias del MEM en el ojo derecho determinada por el evaluador 1 se presenta en la gráfica 1 y muestra una distribución sesgada a la izquierda, el 51.7% de los participantes presentan un lag de acomodación mayor a 1.75 D.

En el evaluador 2, la distribución de frecuencias con este método, también muestra una distribución sesgada hacia la izquierda y el 66.8% de los participantes presentan un lag de acomodación igual o mayor a 1.75D. (Gráfica 2).

La distribución de frecuencias de retinoscopia de MEM en el ojo izquierdo, determinada por el evaluador 1, muestra un sesgo a la izquierda y se observa que el 69% de los participantes presentan lag de acomodación igual o mayor a 1.75D.

En el evaluador 2 también se observa esta misma distribución y en el 63.7 % de la población estudio se obtuvo un valor de lag de acomodación igual o mayor a 1.75D. (Gráficas 3 y 4).

Retinoscopia de Nott. La distribución de frecuencias del lag de acomodación o poder dióptrico determinado en visión cercana, por el evaluador 1 en el ojo derecho, se presenta en la gráfica 5 con un sesgo a la izquierda, mostrando que un 55.7% de los participantes obtuvieron un valor dióptrico entre 2.00 y 2.25D. Lo hallado por el evaluador 2, muestra también la misma distribución (Gráfica 6), en

la cual se observa que el 54.9% de las personas presentaron un lag de acomodación entre 2.00 y 2.50 D.

En el ojo izquierdo, la distribución de frecuencias de los valores dióptricos obtenidos por el evaluador 1 y 2 con la retinoscopia de Nott, presentó sesgo a la izquierda.

Los valores del lag de acomodación determinados por el evaluador 1 se encuentran entre 2.00 y 2.25D en el 56% de los participantes y los del evaluador 2 entre 2.00 y 2.50D en el 55% de los participantes. Se observa, en las gráficas 7 y 8, que una gran proporción de la población estudio, presenta un valor del lag de acomodación de 2.00D.

Método subjetivo del lente de prueba. La distribución de frecuencias del valor dióptrico en visión próxima determinado por el evaluador 1 en el ojo derecho, se presenta en la gráfica 9. Se observa que el 11.5% de los participantes no necesitan el uso de poder dióptrico positivo de cerca y el 54.8% requiere entre 1.50 y 2.00D, presentándose con mayor frecuencia el poder dióptrico correspondiente a 1.50D.

En el evaluador 2, la distribución de frecuencias se presenta en la grafica 10 donde se observa que el 53.5% de los participantes presentan valores entre 1.50 y 2.00D, siendo más frecuente el valor dióptrico de 1.75D.

En la distribución del poder dióptrico determinado por el evaluador 1, en el ojo izquierdo, se observa en la gráfica 12 la cual muestra que el 11.50% de la población estudio no requiere poder dióptrico para ver de cerca y el 19% requiere 1.75D. Una gran proporción de la población, el 62.39%, necesita para ver de cerca lentes entre 1.25 y 2.00D.

Al evaluar la distribución de los valores obtenidos con MEM en OD y OI por cada evaluador se presentaron diferencias estadísticamente significativas $p = 0.0002$.

Lo contrario se observó en la retinoscopía de Nott y el método subjetivo del lente de prueba. En la retinoscopia de Nott no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los evaluadores en OD y OI $p = 0.9$ y $p = 0.8$, respectivamente, y con el lente de prueba en OD $p = 0.44$ y en OI $p = 0.06$.

Relación de la adición con la edad

Método estimado monocular (MEM). Según la distribución del lag de acomodación o el poder positivo necesario para visión próxima de acuerdo con la edad, la gráfica 13 muestra que en el ojo derecho el valor determinado por el evaluador 1, a los 40 años de edad, es aproximadamente de 1.00 D y va aumentando hasta los 50 años. A partir de ésta edad se mantiene entre 1.75 y 2.50 D. De igual manera se observa con el evaluador 2 en la gráfica 14.

En el ojo izquierdo el evaluador 1, determinó que a los 40 años de edad el valor promedio es 1.00 D (Gráfica 15), también se observa claramente que va aumentando con la edad. Sin embargo, las personas entre 43 y 46 años requieren un valor promedio entre 1.50 y 1.75 D, los de 47 a 49 años 1.75 D, los de 50 a 60 años entre 2.00 y 2.25 D, y los de 60 años y más, valores entre 2.00 y 2.50 D.

En el evaluador 2, la gráfica 16 muestra que el valor promedio del lag de acomodación determinado para personas entre 40 y 42 años de edad fue de 1.00 D. En personas entre 43 y 45 años 1.25 D, entre 46 y 48 años 1.50 D, entre 49 y 51 años 1.75 D y en personas de 52 años y más valores entre 2.00 y 2.25 D.

Retinoscopia de Nott

Con este método las gráficas 17 y 18 muestran que en el ojo derecho el evaluador 1 determinó que el valor promedio del lag de acomodación para las personas entre 40 y 42 años correspondió a 1.00 D. En personas entre 43 y 45 años 1.25 y 1.50 D y en personas de 46 años y más, el lag se mantiene constante y presenta valores entre 1.75 y 2.00 D. De igual manera se presentó en el evaluador 2 según muestran las gráficas 19 y 20.

En el ojo izquierdo examinado por el evaluador 1 y 2, las gráficas 21 - 24 muestran una distribución de los valores del lag de acomodación según la edad con tendencia similar a los valores promedios obtenidos con el ojo derecho por ambos evaluadores.

Método subjetivo. En la gráfica 25 se observa que el evaluador 1 identificó en el ojo derecho que algunas personas entre 40 y 47 años de edad, no necesitan lentes con poder dióptrico para ver de cerca. En este mismo ojo en personas entre 40 y 42 años el promedio del valor dióptrico para visión próxima fue de 0.25 a 0.50D, entre 43 y 45 años 0.75 D y entre 46 y 56 años 1.50 D. Las personas mayores de 56 años presentaron valores entre 1.75 y 2.00 D. Sin embargo, se observan valores promedio de 1.50 y 1.75 D en personas entre 60 y 63 años pero se debe tener en cuenta que en este grupo el número de personas evaluadas fue menor.

En el evaluador 2 se observó en la grafica 26 que el promedio del valor dióptrico para visión próxima en personas entre 40 y 42 años de edad, fue de 0.25 D. En personas entre 43 y 45 años el valor promedio correspondió a 0.75 D, de 46 a 49 años entre 1.25 y 1.50 D. En las personas de 50 a 57 años de edad el valor promedio se presentó entre 1.50 y 1.75 D y a partir de los 58 años hasta los 65 fue de 2.00 D.

La gráfica 27 muestra que en el ojo izquierdo, examinado por el evaluador 1, la distribución de los valores dióptricos fue similar a la que se presentó en el ojo derecho con el evaluador 2 y en esos mismos grupos de edad.

Sin embargo, se observa que en las personas mayores de 58 años el valor del lag se presentó entre 1.50 y 2.00 D. En el evaluador 2 se observa, en la gráfica 28, que las personas entre 40 y 42 años presentaron un valor promedio de 0.25 D, las personas con edades entre 43 y 45 años valores de 0.50 y 0.75 D, entre 40 y 51 años 1.25 y 1.50 D, entre 52 y 56 años 1.75 D y personas entre 57 y 65 años el valor correspondió a 1.75 y 2.00 D.

4.2 REPRODUCIBILIDAD

Se observó la correlación de los valores dióptricos obtenidos entre los evaluadores 1 y 2 para cada uno de los métodos y en cada ojo mediante diagramas de dispersión. En estos se muestra en las gráficas 29-36 una correlación positiva entre los valores determinados por cada evaluador en el ojo derecho e izquierdo, con MEM, la retinoscopía de Nott (en dioptrías y centímetros) y el método subjetivo.

La tabla 12 muestra los valores estimados indicando que el coeficiente de correlación intraclase más cercano a 1, es decir el que presenta una excelente reproducibilidad o acuerdo, fue el de la retinoscopia de Nott, con un valor en ambos ojos de 0.91(IC 95% 0.89-0.93).

El nivel de acuerdo entre los evaluadores para cada método se evaluó con los límites de acuerdo de Bland y Altman. Se observa, en la tabla 13, que el menor promedio de las diferencias y la menor desviación estándar se obtuvo con la retinoscopia de Nott en OD y OI (-0.001 D) DE \pm 0.16 y (-0.002 D) DE \pm 0.17, respectivamente.

En el método estimado monocular, las gráficas 37 y 39 muestran que la línea correspondiente al promedio de las diferencias entre los evaluadores (-0.059 D) está cerca a cero y es negativa, lo que representa un error sistemático hacia abajo. Se observa, con un 95% de probabilidad, que los valores obtenidos con MEM en el ojo derecho por el evaluador 1 pueden ser 0.65 D por debajo o 0.53 D por arriba del valor de la media de las diferencias entre los dos evaluadores, luego el límite de acuerdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2 en el ojo derecho es ± 0.59 D y en el izquierdo es ± 0.55 D (.). Estos valores aproximándolos al cuarto de dioptría más cercano corresponden a 0.50 D. Las diferencias entre los evaluadores están normalmente distribuidas (Gráficas 38 y 40) y caen dentro de dos desviaciones estándar. Sin embargo, se observan valores extremos los cuales indican que entre los evaluadores se presentaron discrepancias hasta de 1.00 D.

En el método de Nott, para el ojo derecho e izquierdo, las gráficas 41 y 43 muestran que la diferencia entre los evaluadores es menor que la obtenida con MEM y la línea se superpone con la correspondiente a la línea de referencia donde la diferencia de las medidas por los dos evaluadores es cero. Se observa que el 95% de las diferencias entre los evaluadores al realizar este método tanto, en el ojo derecho como en el izquierdo caen dentro de ± 2 DS y presentan un acuerdo de ± 0.32 D y ± 0.35 D respectivamente; es decir, un valor de 0.25 D. La distribución normal de las diferencias entre los evaluadores se observa en las gráficas 42 y 44.

En cuanto al método subjetivo, se observa en las gráficas 45 y 47 que la línea de las diferencias se ubica cerca pero arriba de la línea de referencia; por lo tanto, existe un error sistemático hacia arriba. El 95% de las diferencias entre los evaluadores, caen dentro de ± 2 DE. Sin embargo, se observan que hay diferencias entre ellos hasta de 1.25 D. El acuerdo entre los evaluadores es ± 0.57 D para el ojo derecho y ± 0.67 D para el izquierdo, equivalentes a 0.50 D y 0.75 D, respectivamente.

En la retinoscopia de Nott, como los datos también se registraron en centímetros se evaluó el acuerdo entre los evaluadores. La gráfica 49 muestra que en el ojo derecho el promedio de las diferencias es 1.89 cm que equivale a 0.07 D, luego la línea de las diferencias encontradas se superpone a la de referencia; mientras en la gráfica 51, se observa que las diferencias entre los evaluadores corresponde a 3.38 cm equivalente a 0.13 D y presenta un error sistemático hacia arriba. En las gráficas 50 y 52 se observa que las diferencias entre evaluadores se ajustan aproximadamente a una línea recta indicando normalidad en su distribución.

Al determinar la reproducibilidad entre los métodos, según el promedio de los valores obtenidos entre los dos evaluadores para el ojo derecho ($\text{MEMOD1} + \text{MEMOD2}/2$) comparados con los obtenidos, de la misma manera, en el método de Nott, se observa que entre estos dos métodos existe una buena reproducibilidad o una buena concordancia debido a que el CCI que se obtuvo para el ojo derecho fue 0.84 (IC 95% 0.80 – 0.88) y para el izquierdo 0.85 (IC 95% 0.81 – 0.88). Mientras que entre MEM y el método subjetivo el CCI que se obtuvo fue 0.57 (IC95% 0.48 – 0.65) y entre la retinoscopia de Nott y método subjetivo el CCI fue 0.53 (IC 95% 0.43 – 0.62), respectivamente (Tabla 14).

Los estimados de concordancia entre MEM y Nott determinados con el índice Kappa ponderado fueron similares a los obtenidos con el coeficiente de correlación intraclase y al coeficiente de Lin. Se observa, en la tabla 14, que de la misma forma se presentaron los resultados al evaluar la concordancia entre la retinoscopia de Nott y el método subjetivo con estos coeficientes. Los límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman se observan en la tabla 15.

Entre el MEM y retinoscopia de Nott en el ojo derecho e izquierdo, las gráficas 53 y 55 muestran que la línea que indica las diferencias entre los métodos está ubicada muy cerca a cero pero con un error sistemático hacia abajo. Las gráficas 54 y 56 muestran que las diferencias entre los métodos, en ambos ojos, siguen

una distribución normal y el 95% caen entre ± 2 DE aunque se observan 9 valores por fuera de este parámetro indicando diferencias entre los métodos hasta de 0.75 D. El acuerdo entre MEM y Nott fue de ± 0.49 D y ± 0.47 D para cada ojo, respectivamente.

Al evaluar el acuerdo entre MEM y el método subjetivo los resultados obtenidos fueron similares para ambos ojos. Se observa en las graficas 57y 59, una gran diferencia, aproximadamente 0.50 D, entre los métodos según la ubicación con respecto a la línea de referencia, presentándose un error sistemático hacia abajo. Se observa, con un 95% de probabilidad, que los valores obtenidos con MEM y el método subjetivo pueden ser 1.25 D por debajo y 0.50 D por arriba de 0.50 D. El acuerdo entre los métodos para el ojo derecho fue de ± 0.74 D y para el izquierdo ± 0.73 D, es decir, 0.75 D aproximando estos valores al cuarto de dioptría más cercano. Las gráficas 58 y 60 muestran que las diferencias entre los métodos siguen una distribución normal.

Finalmente, entre la retinoscopia de Nott y el método subjetivo, las gráficas 61 y 63 muestran un error sistemático hacia abajo debido a que la línea de la diferencia entre los métodos esta alejada -0.39 D; es decir, -0.50 D de la línea de referencia. Se observan que los valores ubicados por fuera de ± 2 DE presentan diferencias hasta de 1.50D. El acuerdo entre estos métodos en el ojo derecho fue de ± 0.74 D y en el izquierdo de ± 0.77 D.

4.3 VALIDEZ

En este estudio se determinó como método de diagnóstico y corrección de presbicia la retinoscopia de Nott debido a que presentó el mayor coeficiente de correlación intraclase (0.917 para el ojo derecho y 0.913 para el izquierdo) y un límite de acuerdo de ± 0.25 D.

De acuerdo con el muestreo naturalístico o corte transversal aplicado en la población para evaluar los métodos propuestos, en la tabla 16 se observan los resultados de las combinaciones de probabilidades obtenidas entre el método estimado monocular y la retinoscopia de Nott en el ojo derecho.

Al describir el comportamiento de MEM en relación con el diagnóstico se observa que la sensibilidad se presentó entre 0.83 y 0.94, y la especificidad entre 0.47 y 0.87. En el valor dióptrico de 1.00 D el método estimado monocular presenta la mayor sensibilidad y especificidad; es decir que las personas con un diagnóstico y corrección de presbicia de 1.00 D tiene una probabilidad del 94% de ser determinado correctamente con MEM. Para el ojo izquierdo la tabla 15 muestra que la sensibilidad de MEM se presentó entre 0.85 y 0.95, y que la especificidad entre 0.50 y 0.86. La mayor sensibilidad se obtuvo en los valores de corrección de 1.50 D y 1.75 D, siendo del 95%, mientras la especificidad se obtuvo en el valor correspondiente a 1.00 D, siendo del 86%.

Adicionalmente, se observó que existe un excelente acuerdo entre MEM y Nott en el poder dióptrico de 1.00 D en el cual se presentó un valor del 88.5% (IC 95% 84.3-92.5) en el ojo derecho y del 87% (IC 95% 82.7-91.4) en el ojo izquierdo.

Con respecto a la legitimidad del método estimado monocular, en cada valor dióptrico, se observa que con un nivel de significancia del 5% las discrepancias que se presentan entre MEM y Nott en los verdaderos positivos y el producto de la prevalencia y el nivel de la prueba exceden el valor de significancia de 3.84. Por lo tanto, el método estimado monocular para determinar la adición en presbitas en el ojo derecho e izquierdo es una prueba legítima, es decir, una prueba válida.

En cuanto a los índices de calidad de MEM, en las tablas 17 y 19 se observa que los índices de calidad de la sensibilidad se presentaron entre 0.62 y 0.91 en ambos ojos. La kappa máxima de la sensibilidad, en ambos ojos, se presentó en

el valor de corrección de 1.00 D, con una concordancia del 93% y el 91% para cada ojo, respectivamente. Esto indica un excelente acuerdo del MEM con la retinoscopía de Nott. En este mismo poder dióptrico, en el ojo derecho, se obtuvo el kappa máximo de la eficiencia con un valor del 51%, mientras que en el ojo izquierdo se presentó el mismo acuerdo pero en el poder de 2.00 D. La kappa máxima de la especificidad en el ojo derecho e izquierdo correspondió al valor de corrección de 2.00 D con un acuerdo del 39% y 41%, respectivamente. Este valor indica un acuerdo ligero o regular en ambos ojos (Gráficas 65 y 67). Respecto la kappa máxima de la eficiencia de este método en las gráficas 66 y 68 se observa que el poder dióptrico en el cual se presentó en el ojo derecho fue en 1.00 D y en el izquierdo en 2.00 D.

La descripción del comportamiento del método subjetivo del lente de prueba en relación con la retinoscopia de Nott muestra, en la tabla 20, que la sensibilidad se presentó, en el ojo derecho, entre 0.11 y 0.63 y, la especificidad entre 0.42 y 0.89. En el ojo izquierdo la sensibilidad se presentó entre 0 y 0.58 esto indica que en el valor de 1.00D no existe la probabilidad que las personas sean diagnosticadas correctamente con el método subjetivo. La especificidad se presentó entre 0.45 y 0.91 (Tabla 22). En el valor dióptrico de 2.00 D la sensibilidad y especificidad del método subjetivo fue mayor tanto en el ojo derecho como en el izquierdo.

En cuanto a la legitimidad del método subjetivo del lente de prueba, en cada valor dióptrico, se observa que este método no es válido excepto en valores de 2.00 D. Las tablas 21 y 23 muestran que los índices de calidad de las pruebas son negativos y bajos; lo mismo se observa en las gráficas 69 - 72; excepto en el valor correspondiente a 2.00 D, en el cual el índice de calidad de la sensibilidad, en el ojo derecho, fue del 37% y, en el ojo izquierdo, del 42%. Esto indica un acuerdo bajo entre los dos métodos, mientras la calidad de la especificidad en este poder fue del 71% y 72% en cada ojo, respectivamente; valores que indican un buen acuerdo. También se observa que los valores dióptricos entre 1.00 y 1.75 D están ubicados en la mitad inferior del plano y alejados del valor dióptrico correspondiente a 2.00 D.

5. DISCUSIÓN

La evaluación de la calidad de las pruebas diagnósticas es de gran importancia en las investigaciones epidemiológicas para garantizar la validez de las conclusiones, al evitarse el sesgo de clasificación de un estudio, y para que las decisiones clínicas que se determinen se apoyen en investigaciones válidas (32, 33).

En optometría y oftalmología el diagnóstico es con frecuencia el tratamiento o corrección, como en el caso de la presbicia lo cual significa que las mediciones realizadas en las estructuras oculares y en el sistema visual constituyen un parámetro clínico esencial e importante para el diagnóstico y la toma de decisiones sobre las intervenciones que se realizan en las personas diariamente.

Por esta razón, a finales de la década de los años 80 se empezó a estudiar sobre la evaluación de la calidad de las pruebas diagnósticas en términos de validez y reproducibilidad. En Oftalmología, primordialmente se realizaron estudios para evaluar pruebas utilizadas en la detección temprana de glaucoma y retinopatía diabética (63), y en optometría, en la comparación de los tipos de retinoscopias e instrumentos de medición como el autorefractómetro (11-13, 44, 45, 60, 61, 62).

Sin embargo, la gran mayoría de los estudios presentan debilidades en el diseño, análisis y presentación de los resultados, siendo los mas frecuentes el uso inapropiado de los tipos de muestreo, las técnicas estadísticas aplicadas para evaluar reproducibilidad y validez, y la ausencia de descripción de los métodos para su estimación y sus respectivos intervalos de confianza (63).

Respecto a los tipos de muestreo para estudios de evaluación de pruebas

diagnósticas, no se mencionan en el reporte de los estudios y no se tiene en cuenta que es fundamental su aplicación debido a que los cálculos de la sensibilidad, especificidad, valores predictivos, etc. varían de acuerdo con el tipo de muestreo utilizado. Solo si se determinan correctamente se garantiza que los resultados se obtengan sin sesgo y, adicionalmente, se disminuyan costos y riesgos (43).

En cuanto a las técnicas usadas para evaluar reproducibilidad, la determinación más frecuente en datos continuos es el coeficiente de correlación de Pearson, del cual se sabe que indica solamente la relación lineal de las variables; es decir, mide asociación más que su verdadero acuerdo. Otra de las pruebas usadas con frecuencia es el porcentaje de acuerdo el cual es una medida cruda que al no ajustar por el azar sobre estima su valor (64). En dichas investigaciones se desconoce o no se aplican pruebas como el coeficiente de correlación intraclass y los límites de acuerdo de Bland y Altman que expresan de manera más adecuada el acuerdo de las mediciones (64).

Así mismo, en la validez no se determinan ni mencionan todos los descriptores de las pruebas como el nivel de la prueba, la prevalencia del diagnóstico, los valores predictivos, la legitimidad de la prueba, entre otros; algunas veces solo se reporta la sensibilidad y especificidad sin evaluar sus índices de calidad (11,44,45,63,65,66), los cuales determinan si una prueba es válida o no, porque son medidas reescaladas de la sensibilidad y la especificidad (67).

Lo anterior indica que es importante reconocer que la evaluación de pruebas diagnósticas es necesaria y que en los estudios realizados se presentan debilidades en el diseño metodológico que afectarán los resultados en cuanto a la calidad de la prueba y, por supuesto, también se presenta gran variabilidad en los reportes de las publicaciones en las revistas de optometría y oftalmología, lo cual puede llevar a sobreestimar la calidad de las pruebas y proporcionar conclusiones erróneas que afectarán las decisiones clínicas (64).

En presbicia existen algunos estudios sobre la prevalencia y sus factores asociados los cuales determinaron su diagnóstico y corrección con el método subjetivo del lente de prueba o el cilindro cruzado (47, 66, 68, 69). Sin embargo se desconoce la calidad de estos métodos.

Esta investigación es la primera y única en el campo de evaluación de pruebas diagnósticas en Optometría que evidencia la calidad de dos métodos objetivos y un método subjetivo para el diagnóstico y corrección de presbicia en términos de validez y reproducibilidad.

A pesar de que los participantes del estudio fueron personas que asistieron a consulta de Optometría, en un consultorio privado, por demanda del servicio no eran diferentes de la población general. Por lo tanto, se evitó un sesgo de selección.

En esta investigación la población objeto estaba conformada por personas entre 40 y 65 años de edad en las cuales, de acuerdo con los resultados de otros estudios (70,71,) el síntoma más frecuente fue la visión borrosa de cerca que se manifestó en el 60% de los participantes; el 99.12% presentaron amplitud de acomodación igual o inferior a 5.00D y según la clasificación de presbicia el 100% de las personas tenían presbicia de tipo funcional o manifiesta.

En cuanto al género se observó que una gran proporción de los participantes eran mujeres. Sin embargo, no se introdujo sesgo de selección porque se evaluó la calidad del estudio realizado por Pointer (26) para el diagnóstico o corrección de presbicia, en el cual con un poder del 80% y un nivel de confianza del 95% se hallaron diferencias estadísticamente significativas, en la corrección de presbicia por género, en personas menores de 40 años de edad ($p=0.002$) con un valor dióptrico de +0.25 D mayor en mujeres que en hombres. Sin embargo, este valor no es clínicamente significativo (66). En personas mayores de 40 años no se presentaron diferencias significativas por género ($p=0.6$)

El estado refractivo más frecuente en la población fue la hipermetropía, esto se relaciona con lo descrito por Hirsch y Grossvenor (16) quienes afirmaron que la prevalencia de hipermetropía es mayor a medida que incrementa la edad debido al aumento del índice de refracción del cristalino que a su vez es compensado por la disminución de la longitud axial del ojo.

Con respecto al estado motor en visión próxima, la desviación mas frecuente fue la exodesviación tipo foria, en contraste con las teorías planteadas en las cuales se afirma que esto se presenta en los présbitas debido al deterioro de la relación acomodación-convergencia (7,20).

Los valores obtenidos con el método estimado monocular mostraron, en promedio, ser más positivos en +0.25D que los determinados con Nott. Esto concuerda con los hallazgos de García y col (12,13) al evaluar personas menores de 40 años de edad en los cuales encontró esta misma diferencia debido a que al realizar MEM, cuando se introducen lentes para neutralizar el reflejo, se altera la acomodación y la respuesta acomodativa es menor, por lo que el lag es más positivo que el obtenido con Nott. Lo contrario se presentó en esta investigación con el método subjetivo, en el cual se determinaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) al compararlo con MEM y Nott.

Respecto a la adición y su relación con la edad, los resultados del estudio demuestran que al determinar con los métodos objetivos el poder positivo necesario para visión próxima este va aumentando con la edad y se relaciona con lo expuesto por Skeffington (29) quien afirma que el lag de acomodación refleja una inhibición activa de la acomodación. Se observó claramente (gráfica 52) la relación del lag de acomodación con la edad. Este incrementa más rápido en edades entre 40 y 52 años pero en personas mayores este aumento es más lento; luego esto concuerda con los hallazgos de Blystone quien demostró un comportamiento parabólico de la relación entre las dos variables en la cual la

adición aumenta +0.12D por año a partir de los 40 hasta los 50 años de edad y en personas mayores el incremento es mas lento aproximadamente +0.03D por año (47). Sin embargo, los estudios realizados son de tipo transversal y aunque se observe la posibilidad de un comportamiento del lag de acomodación en el tiempo, no se puede afirmar que exista un efecto cohorte.

Algunos estudios (22, 26, 72) encontraron que las correcciones de presbicia en personas de 40 años de edad inician a partir de + 0.50 D pero los resultados de esta investigación contradicen esta afirmación porque se presentó una gran variabilidad en la relación de la edad con la adición al determinarse con MEM, Nott y el método subjetivo debido a que la respuesta acomodativa es diferente en cada persona. Por lo tanto, no se puede garantizar una correcta prescripción de la adición solamente con la edad.

Ante la falta de evidencia en cuanto a la evaluación de métodos para el diagnóstico y corrección de la presbicia, esta investigación demostró que existe una excelente concordancia de la retinoscopia de Nott entre los evaluadores y en cada ojo (CCI = 0.91), lo cual indica que solo se presentó un 9% de variabilidad entre ellos. Mientras que el método estimado monocular presentó un 18% reportando la mayor variabilidad, aunque la concordancia entre los evaluadores en cada uno de los métodos se consideró excelente de acuerdo con lo establecido por Fleiss, debido a que los CCI obtenidos fueron mayores a 0.75 (73).

A pesar de que los coeficientes de correlación intraclase fueron altos o excelentes, al examinar el acuerdo entre los evaluadores con el método de los límites de acuerdo de Bland y Altman, se evidenció que tanto MEM como el método subjetivo presentan gran variabilidad entre los evaluadores: ± 0.50 D y ± 0.75 D, respectivamente. Lo contrario se demostró con el método de Nott, en el cual su variabilidad fue menor y presentó un acuerdo de ± 0.25 D, para ambos ojos, valor clínicamente aceptable (74).

Una posible explicación en cuanto a los resultados de la prueba de MEM es la introducción de lentes positivos que pueden alterar la respuesta acomodativa y, por lo tanto, el valor del poder dióptrico para ver en visión próxima. En contraste con otros estudios (12, 13) aunque realizados en población menor de 40 años, se sugiere que el método de Nott es el más válido para evaluar la respuesta acomodativa y así determinar correcciones en visión próxima debido a que no contamina la respuesta acomodativa por el no uso de lentes para estimarla.

Gráficamente se observó que el evaluador 2 siempre refractaba el ojo con poder dióptrico más negativo o menos positivo que el evaluador 1; por esta razón, la línea del promedio de las diferencias entre evaluadores se localizaba hacia abajo en cada método.

Al evaluar la reproducibilidad entre los métodos se demostró que existe una buena reproducibilidad entre la retinoscopia de Nott y MEM (CCI: 0.84 en el ojo derecho y 0.85 en el izquierdo), pero entre estas pruebas y el método subjetivo no se presentó una buena reproducibilidad (CCI: 0.57 y 0.53). Estos resultados indican que entre MEM y el subjetivo existe una variabilidad del 43% y entre Nott y el subjetivo del 47%.

En cuanto al nivel de acuerdo de MEM y Nott con el método subjetivo se demostró que los límites de acuerdo no fueron buenos (± 0.75 D), valor no aceptable para los propósitos clínicos de corrección de presbicia, mientras los valores obtenidos entre MEM y Nott indican menor variabilidad ± 0.50 D pero según lo expuesto por Goss (72), diferencias mayores a ± 0.25 D podrían considerarse clínicamente significativas y, por lo tanto, estos métodos no son intercambiables.

Al evaluar la calidad de las pruebas, los resultados se contrastaron según lo expuesto por Kraemer (67), quien afirma que una prueba es válida cuando la sensibilidad excede el nivel de la prueba y la especificidad excede su

complemento Q'; así mismo ocurre con los valores predictivos positivos los cuales exceden la prevalencia del diagnóstico y el valor predictivo negativo excede su complemento P'. Por lo tanto, los hallazgos de esta investigación evidencian que MEM se corresponde con la retinoscopía de Nott, es decir, es una prueba legítima o un buen método para determinar el diagnóstico y corrección de presbicia.

Sin embargo, estos resultados no suministran suficiente información para demostrar su calidad (58). Por esta razón, se determinó el coeficiente Kappa ponderado de la sensibilidad ($K_{1,0}$) y de la especificidad ($K_{0,0}$), en los cuales se demostró que MEM presenta una buena calidad de la sensibilidad (>0.6), pero lo contrario ocurre con la especificidad (<0.39). Gráficamente se observó que el poder dióptrico en el cual se presentó la kappa máxima de la eficiencia o kappa ponderada ($K_{0.5}$), en el ojo derecho, correspondió a 1.00D. Este valor presentó una correlación más cercana a la de Nott y por lo tanto, de acuerdo con Kraemer, fue el valor que su ubicó más arriba y a la derecha, lo cual sugiere que es el poder dióptrico en el cual MEM discrimina mejor entre las personas que tienen el diagnóstico (1.00D) y quienes no lo presentan (poder diferente de 1.00D). Lo contrario se presentó en los otros valores. Por esta razón, no se puede afirmar que la calidad de la prueba es buena y por lo tanto concluir que es un "buen test".

Respecto al método subjetivo del lente de prueba se demostró que no es un método válido para determinar el diagnóstico y corrección de presbicia; debido a que la sensibilidad que presenta este método en los valores entre 1.0D y 1.75D son similares a los del nivel de la prueba y, por lo tanto, la especificidad es similar al complemento Q' (67). Sin embargo, en el valor correspondiente a 2.00D esta prueba resultó ser válida.

En cuanto a su calidad, se observó que los índices de calidad de la sensibilidad y especificidad expresan resultados negativos los cuales indican que ni siquiera por el azar hay un acuerdo para determinar la adición entre este método y Nott

(≤ 0). Estos resultados confirman lo planteado por Kraemer quien menciona que en las pruebas en las que el acuerdo es debido al azar, los resultados de la sensibilidad son similares a los del nivel de la prueba y los de la especificidad al complemento de esta (tablas 21 y 23).

Sin embargo, en valores de 2.00 D la calidad de la especificidad fue buena en el ojo derecho ($K_{0,0} = 0,71$) y en el izquierdo ($k_{0,0} = 0,76$), lo contrario se observó con la calidad de la sensibilidad en ambos ojos ($K_{1,0} = 0,42$ en el ojo derecho y ($K_{1,0} = 0,37$ en el ojo izquierdo).

Respecto al kappa ponderado ($K_{0,5}$) el método subjetivo en el único valor en el que presentó un acuerdo moderado ($K_{0,5} = 0,5$) fue en 2.00D. Estos resultados indican que el método subjetivo se podría aplicar en personas en las cuales se conoce que el lag de acomodación puede ser mayor a 2.00D y la respuesta acomodativa es menor. Sin embargo, el acuerdo no es bueno y se podrían estimar correcciones imprecisas que afectarían la función visual y la calidad de vida de las personas. Los resultados de este estudio contradicen a varios autores (26, 31, 47,75) quienes sugieren estimar, sin resultados basados en la evidencia, el valor de corrección de presbicia con el método subjetivo del lente de prueba.

La evaluación de la calidad de los métodos para diagnóstico y corrección de presbicia es importante para determinar adecuadamente la prescripción de la adición. Los resultados de esta investigación permiten establecer que la retinoscopia de Nott es la mejor prueba clínica para el diagnóstico y corrección de presbicia.

Tabla 3. Operacionalización de Variables

NOMBRE	DEFINICIÓN OPERATIVA	ESCALA DE MEDICIÓN
Sociodemográficas		
Edad	Años cumplidos al momento del examen	Razón
Sexo	Según respuesta de la persona Femenino Masculino	Nominal
Historia de salud personal		
Corrección en uso	Actualmente usa o no corrección óptica. Si No	Nominal
Fecha último control ocular	ultima vez que asistió a consulta y cambio su corrección óptica	Continua Razón
Estado refractivo		
Esfera	Poder dióptrico	Continua Razón
Cilindro	Poder dióptrico	Continua Razón
Tipo	Emetropías o ametropías	Nominal 1. Emetropia 2. Miopía 3. Hipermetropía 4. Astigmatismo miopico simple WR 5. Astigmatismo miopico simple AR 6. Astigmatismo miopico compuesto WR. 7. Astigmatismo miopico compuesto AR 8. Astigmatismo hipermetropico simple WR 9. Astigmatismo hipermetropico simple AR 10. Astigmatismo hipermetropico compuesto WR 11. Astigmatismo hipermetropico compuesto AR 12. Astigmatismo mixto WR 13. Astigmatismo mixto AR
Estado motor		
Desviación	Presente: Cover test positivo	Nominal

	Ausente: Cover test negativo	
Tipo	Paralelismo de los ejes visuales Derecho al frente Ortoforia=0 Exoforia =1 Endoforia=2 Pérdida del paralelismo de los ejes visuales Afuera Adentro	Nominal
Magnitud	Dioptrías prismáticas	Continua Razón
Amplitud de acomodación		
Máxima capacidad de aumento de potencia del cristalino para ver nítido un objeto, varía con la edad. Método de Sheard Método de Donders	 Dioptrías Centímetros Dioptrías	 Continua Razón.
Poder en visión próxima		
Potencia dióptrica necesaria para visión cercana determinado por: Método Estimado Monocular MEM: Retinoscopia de NOTT Método Subjetivo:	 Dioptrías Centímetros Dioptrías	 Continua Razón
Agudeza visual visión cercana		
Capacidad del ojo para percibir detalles en visión cercana. Se evaluará con el poder dióptrico determinado por cada uno de los métodos	Mínimo ángulo de resolución visual. MAR MEM Nott Subjetivo	 Continua Razón

Tabla 4. Distribución del estado refractivo en el ojo derecho con la corrección óptica en anteojos

Estado refractivo Ojo derecho con anteojos en uso	Frecuencia N= 128 (%)	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D* (RI)**
Emétrope	20 (15.63)		
Miope	7 (5.47)	0.625 (0.25-1.75)	
Hipermétrope	61 (47.66)	0.75 (0.50-1.5)	
Astigmata miópico	9 (7.03)	2.25 (0.25-2.50)	0.75 (0.50-1.50)
Astigmata hipermetropico	25 (19.53)	1.25 (0.25-2.00)	0.5 (0.25-0.75)
Astigmata mixto	6 (4.69)	0.25	0.625 (0.50-1.00)
TOTAL	128 (100%)		

* Dioptrías. (RI)**= Rango intercuartílico

Tabla 5. Distribución del estado refractivo en el ojo izquierdo con la corrección óptica en anteojos

Estado refractivo ojo izquierdo con anteojos en uso	Frecuencia N=128 (%)	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D* (RI)**
Emétrope	21 (16.41)	0.00	
Miope	9 (7.03)	0.75 (0.50-1.00)	
Hipermétrope	66 (51.56)	1.0 (0.50-1.375)	
Astigmata miópico	9 (7.03)	1.00 (0.00-3.25)	0.75 (0.50-1.00)
Astigmata hipermetropico	18 (14.06)	1.375 (1.0-1.75)	0.50 (0.50-0.75)
Astigmata mixto	5 (3.91)	0.25 (0.25-0.75)	0.50 (0.50-1.00)
TOTAL	128 (100%)		

* Dioptrías ** RI(Rango Intercuartílico)

Tabla 6 .Distribución del estado refractivo refracción estática ojo derecho

Estado refractivo Refracción estática ojo derecho	Frecuencia (%) N=226	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D* (RI)**
Emétrope	25 (11.06)	0.00	
Miope	6 (2.65)	1.25 (0.50-1.75)	
Hipermétrope	108 (47.79)	0.875 (0.50-1.75)	
Astigmata miópico	24 (10.62)	0.00 (0.00-1.75)	0.75 (0.5-1.00)
Astigmata hipermetropico	55 (24.34)	1.00 (0.50-1.75)	0.50 (0.25-0.75)
Astigmata mixto	8 (3.54)	0.25 (0.25-0.375)	0.5 (0.50-1.75)
TOTAL	226 (100%)		

D*: Dioptrías (RI)**: Rango intercuartílico

Tabla 7. Distribución del estado refractivo refracción estática ojo izquierdo

Estado refractivo Refracción Estática ojo izquierdo	Frecuencia N=226 (%)	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D*(RI)**
Emétrope	17 (7.52)	0.00	
Miope	10 (4.42)	0.625 (0.50-1.0)	
Hipermétrope	122 (53.98)	0.75 (0.50-1.50)	
Astigmata miópico	17 (7.52)	0.5 (0.00-1.0)	0.75 (0.50-1.0)
Astigmata Hipermetropico	50 (22.12)	1.25 (0.75-1.50)	0.52 (0.25-0.75)
Astigmata mixto	10 (4.42)	0.50 (0.25-0.50)	0.75 (0.5-1.0)
TOTAL	226 (100%)		

D*: Dioptrías (RI)**: Rango intercuartílico

Tabla 8. Distribución del estado refractivo refracción subjetiva monocular ojo derecho.

Estado refractivo Refracción Subjetiva Monocular Ojo derecho	Frecuencia N=226 (%)	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D*(RI)**
Emétrope	35 (15.49)	0.00	
Miope	5 (2.21)	1.50 (1.00-1.75)	
Hipermétrope	99 (43.81)	1.00 (0.50-1.75)	
Astigmata Miópico	26 (11.50)	0.5 (0.00-1.0)	0.75 (0.50-1.0)
Astigmata hipermetropico	54 (23.89)	1.00 (0.75-1.75)	0.50 (0.50-0.75)
Astigmata mixto	7 (3.10)	0.25 (0.25-0.50)	0.50 (0.50-1.50)
TOTAL	226 (100%)		

D*: Dioptrías (RI)**: Rango intercuartílico

Tabla 9. Distribución del estado refractivo refracción subjetiva monocular ojo izquierdo

Estado refractivo Refracción subjetiva monocular Ojo izquierdo	Frecuencia N=226 (%)	Poder esférico Mediana D* (RI)**	Poder cilíndrico Mediana D*(RI)**
Emétrope	26 (11.50)	0.00	
Miope	10 (4.42)	0.625 (0.50-1.0)	
Hipermétrope	116 (51.33)	0.875 (0.50-1.5)	
Astigmata miópico	19 (8.41)	0.50 (0.00-1.25)	0.75 (0.50-1.0)
Astigmata hipermetrópico	47 (20.80)	1.25 (0.75-1.5)	0.50 (0.25-0.75)
Astigmata mixto	8 (3.54)	0.50 (0.25-0.62)	0.75 (0.50-1.0)
TOTAL	226 (100%)		

D*: Dioptrías (RI)**: Rango intercuartílico

Tabla 10. Distribución de la Amplitud de Acomodación

Método	Evaluador1 mediana (RI)*	Evaluador 2 mediana (RI)*
Sheard OD	1.75 D (1.50 – 2.50)	1.75 D (1.50 – 2.50)
Sheard OI	1.75 D (1.50 – 2.50)	1.75 D (1.25 – 2.50)
Donders OD	3.00 D (2.25 – 4.00)	3.00 D (2.50 – 3.75)
Donders OI	3.00 D (2.50 – 4.00)	3.00 D (2.50 – 3.75)

(Ri) *: Rango intercuartílico

Tabla 11. Distribución del poder dióptrico en visión cercana en cada prueba y por cada evaluador

Prueba	Evaluador 1		Evaluador 2	
	Promedio dioptrías	Desviación Estándar	Promedio dioptrías	Desviación Estándar
MEM OD	1.78	0.54	1.72	0.51
MEM OI	1.80	0.51	1.73	0.52
NOTT OD	1.73	0.40	1.73	0.41
NOTT OI	1.72	0.40	1.73	0.40
SUBJETIVO OD	1.32	1.32	1.34	0.65
SUBJETIVO OI	1.30	1.30	1.36	0.69
NOTT OD	119.62*	58.31	121.52*	61.21
NOTT OI	118.59*	57.24	121.97*	59.97

* Valores registrados en centímetros.

Tabla 12. Reproducibilidad Inter-evaluador para el método estimado monocular, retinoscopia de Nott y método subjetivo en el ojo derecho e izquierdo

Método (Unidades)	Ojo derecho			Ojo izquierdo		
	CCI* (IC 95%)	Kappa ponderado (IC 95%)	C.C.L** (IC 95%)	CCI* (IC 95%)	Kappa ponderado (IC 95%)	C.C.L** (IC 95%)
Método estimado monocular MEM (Dioptrias)	0.827 (0.78-0.86)	0.819 (0.69-0.94)	0.828 (0.78-0.86)	0.8394 (0.79-0.89)	0.852 (0.68-0.94)	0.840 (0.80-0.87)
Retinoscopia de Nott (Dioptrias)	0.917 (0.89-0.93)	0.917 (0.79-1.0)	0.917 (0.86-0.93)	0.913 (0.88-0.93)	0.912 (0.78-1.0)	0.913 (0.89-0.93)
Retinoscopia de Nott (Centímetros)	0.918 (0.89-0.93)	0.925 (0.79-1.0)	0.919 (0.89-0.93)	0.919 (0.89-0.93)	0.920 (0.78-1.0)	0.919 (0.89-0.94)
Método subjetivo lente de prueba (Dioptrias)	0.885 (0.85-0.91)	0.885 (0.75-1.0)	0.885 (0.85-0.91)	0.877 (0.84-0.90)	0.876 (0.75-1.0)	0.877 (0.84-0.90)

* Coeficiente de Correlación Intraclassa ** Coeficiente de Correlación o Concordancia de Lin.

Tabla 13. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre los evaluadores en cada método y para cada ojo

Método	Promedio de las diferencias entre métodos (D)	Desviación estándar de las diferencias entre métodos. (D)	Límites de acuerdo de Bland Altman del 95% (D)
MEM OD1 vs MEM OD2	-0.059	0.305	(-0.65, 0.53)
MEM OI1 Vs MEM OI2	-0.077	0.28	(-0.63, 0.48)
NOTT OD1 vs NOTT OD2	-0.001	0.16	(-0.32, 0.32)
NOTT OI1 Vs NOTT OI2	0.002	0.17	(-0.33, 0.33)
Subjetivo OD1 vs Subjetivo OD2	0.021	0.31	(-0.60, 0.64)
Subjetivo OI1 vs Subjetivo OI2	0.059	0.33	(-0.59, 0.71)
NOTT OD1 vs NOTT OD2 (cm)	1.89	24.05	(-45.24, 49.04)
NOTT OI1 vs NOTT OI2 (cm)	3.38	23.34	(-42.36, 49.13)

OD: Ojo derecho, OI: ojo izquierdo 1: Evaluador 1, 2: Evaluador 2. (D): Dioptrias, (cm): centímetros.

Tabla 14. Reproducibilidad entre los métodos en el ojo derecho e izquierdo.

Método (Dioptías)	Ojo derecho			Ojo izquierdo		
	CCI* (IC 95%)	Kappa (IC 95%)	C.C.L** (IC 95%)	CCI* (IC 95%)	Kappa (IC 95%)	C.C.L** (IC 95%)
MEM vs Nott	0.849 (0.80-0.88)	0.846 (0.72-0.97)	0.849 (0.81-0.88)	0.854 (0.81-0.88)	0.856 (0.73-0.98)	0.855 (0.82- 0.88)
MEM vs Subjetivo lente de prueba	0.578 (0.48-0.65)	0.615 (0.51-0.71)	0.621 (0.55-0.68)	0.577 (0.48-0.65)	0.627 (0.52-0.72)	0.622 (0.56-0.68)
Nott vs Subjetivo lente de prueba	0.538 (0.43-0.62)	0.587 (0.49-0.67)	0.587 (0.52-0.64)	0.537 (0.43-0.62)	0.583 (0.49-0.67)	0.584 (0.52- 0.64)

* Coeficiente de Correlación Intraclase ** Coeficiente de Concordancia de Lin.

Tabla 15. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre los métodos para el ojo derecho y el ojo izquierdo.

Métodos	Promedio de las diferencias entre métodos (D)	Desviación estándar de las diferencias entre métodos. (D)	Límites de acuerdo del 95% de Bland Altman (D)
MEM OD vs NOTTOD	-0.021	0.251	(-0.51, 0.47)
MEM OI vs NOTT OI	-0.041	0.241	(-0.51, 0.43)
MEM OD vs SUBJETIVO OD	-0.419	0.379	(-1.16, 0.32)
MEM OI vs SUBJETIVO OI	-0.430	0.378	(-1.1, 0.30)
NOTT OD vs SUBJETIVO OD	-0.398	0.380	(-1.14, 0.34)
NOTT OI vs SUBJETIVO OI	-0.393	0.397	(-1.17, 0.38)

OD: Ojo derecho, OI: ojo izquierdo. (D): Dioptías.

Tabla 16. Descriptores de la combinación de probabilidades de MEM comparado con Nott en el ojo derecho.

Valor Dióptrico	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	Vpp* (IC 95%)	Vpn** (IC 95%)	Prevalencia del dX (IC 95%)	Nivel de la prueba (IC 95%)	Eficiencia (IC 95%)	χ^2
1.0	0.94 (0.93-0.95)	0.87 (0.84-0.92)	0.40 (0.38-0.43)	0.99 (0.98-1.0)	0.08 (0.04-0.11)	0.18 (0.13-0.24)	0.88 (0.84-0.93)	1.96
1.25	0.76 (0.75-0.78)	0.76 (0.70-0.81)	0.16 (0.14-0.19)	0.98 (0.97-0.99)	0.06 (0.03-0.09)	0.27 (0.21-0.33)	0.76 (0.70-0.82)	17.45
1.50	0.85 (0.83-0.86)	0.63 (0.57-0.69)	0.18 (0.15-0.21)	0.97 (0.96-0.99)	0.09 (0.05-0.12)	0.41 (0.34-0.47)	0.65 (0.59-0.71)	17.42
1.75	0.89 (0.87-0.91)	0.47 (0.41-0.52)	0.31 (0.26-0.36)	0.94 (0.92-0.96)	0.21 (0.16-0.26)	0.61 (0.54-0.57)	0.56 (0.49-0.62)	21.41
2.0	0.83 (0.80-0.87)	0.64 (0.59-0.68)	0.69 (0.65-0.74)	0.80 (0.77-0.83)	0.5 (0.44-0.57)	0.60 (0.53-0.66)	0.73 (0.68-0.79)	54.03

*Valor predictivo positivo ** Valor predictivo negativo

Tabla 17. Índices de calidad de MEM comparado con Nott en el ojo derecho

Valor dióptrico	K (1,0)	K (0,0)	K (0.5,0)
1.0	0.93	0.35	0.51
1.25	0.68	0.11	0.19
1.50	0.74	0.10	0.18
1.75	0.73	0.12	0.21
2.0	0.60	0.39	0.4

K(1,0):Índice de calidad de la sensibilidad. K(0,0) :índice de calidad de la especificidad. K(0.5,0) índice de calidad de la eficiencia.

Tabla 18. Descriptores de la combinación de probabilidades entre MEM y Nott en el ojo izquierdo.

Valor dióptrico	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	VPP* (IC 95%)	VPN** (IC 95%)	Prevalencia del dx (IC 95%)	Nivel de la prueba (IC 95%)	Eficiencia (IC 95%)	χ^2
1.0	0.93 (0.92-0.94)	0.86 (0.82-0.91)	0.31 (0.29-0.34)	0.99 (0.98-1.0)	0.06 (0.03-0.09)	0.18 (0.13-0.23)	0.87 (0.82-0.91)	56.10
1.25	0.78 (0.77-0.80)	0.78 (0.74-0.83)	0.25 (0.22-0.28)	0.97 (0.96-0.99)	0.08 (0.05-0.12)	0.26 (0.20-0.32)	0.78 (0.72-0.83)	30.02
1.50	0.95 (0.94-0.96)	0.61 (0.55-0.67)	0.21 (0.18-0.25)	0.99 (0.98-1.0)	0.09 (0.06-0.13)	0.44 (0.37-0.50)	0.65 (0.59-0.71)	26.41
1.75	0.95 (0.94-0.96)	0.50 (0.45-0.57)	0.31 (0.27-0.36)	0.98 (0.97-0.99)	0.19 (0.14-0.24)	0.58 (0.51-0.64)	0.59 (0.53-0.65)	30.45
2.0	0.85 (0.82-0.88)	0.66 (0.62-0.70)	0.72 (0.67-0.76)	0.813 (0.78-0.84)	0.50 (0.44-0.57)	0.60 (0.53-0.66)	0.75 (0.69-0.80)	61.47

*Valor predictivo positivo ** Valor predictivo negativo

Tabla 19. Índices de calidad de MEM comparado con Nott en el ojo izquierdo.

Valor dióptrico	K (1 ,0)	K (0,0)	K (0,5,0)
1.0	0.91	0.27	0.41
1.25	0.71	0.18	0.29
1.50	0.92	0.12	0.22
1.75	0.88	0.15	0.25
2.0	0.62	0.43	0.51

K(1,0):Índice de calidad de la sensibilidad. K(0,0) :índice de calidad de la especificidad. K(0,5) índice de calidad de la eficiencia

Tabla 20. Descriptores de la combinación de probabilidades entre el método subjetivo del lente de prueba y Nott en el ojo derecho.

Valor dióptrico	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	VPP* (IC 95%)	VPN** (IC 95%)	Prevalencia del dx (IC 95%)	Nivel de la prueba (IC 95%)	Eficiencia (IC 95%)	χ^2
1.0	0.11 (.099-0.12)	0.74 (0.68-0.79)	0.03 (.023-.047)	0.90 (0.87-0.94)	0.08 (0.04-0.11)	0.25 (0.19-0.30)	0.69 (0.63-0.75)	1.96
1.25	0.23 (0.22-0.24)	0.60 (0.54-0.67)	0.03 (.019-.049)	0.93 (0.90-0.95)	0.06 (0.03-0.09)	0.38 (0.32-0.44)	0.58 (0.52-0.65)	1.38
1.50	0.5 (0.48-0.51)	0.48 (0.42-0.54)	0.08 (.059-.011)	0.91 (0.88-0.93)	0.09 (0.05-0.12)	0.52 (0.45-0.58)	0.48 (0.42-0.55)	0.03
1.75	0.45 (0.43-0.49)	0.42 (0.37-0.48)	0.17 (0.14-0.21)	0.74 (0.71-0.78)	0.21 (0.16-0.26)	0.55 (0.48-0.61)	0.43 (0.37-0.49)	2.0
2.0	0.63 (0.59-0.68)	0.89 (0.87-0.92)	0.85 (0.83-0.88)	0.71 (0.67-0.76)	0.50 (0.43-0.56)	0.37 (0.30-0.43)	0.76 (0.71-0.82)	67.9

*Valor predictivo positivo ** Valor predictivo negativo

Tabla 21. Índices de calidad del método subjetivo del lente de prueba comparado con Nott en el ojo derecho.

Valor dióptrico	K (1 ,0)	K (0,0)	K (0.5,0)
1.0	-0.18	-0.04	-0.07
1.25	-0.25	-0.02	-0.04
1.50	-0.03	-0.03	-0.006
1.75	-0.20	-0.04	-0.07
2.0	0.42	0.71	0.52

K(1,0):Índice de calidad de la sensibilidad. K(0,0) :índice de calidad de la especificidad. K(0,0.5) índice de calidad de la eficiencia.

Tabla 22. Descriptores de la combinación de probabilidades entre el método subjetivo del lente de prueba y Nott en el ojo izquierdo.

Valor dióptrico	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	VPP* (IC 95%)	VPN** (IC 95%)	Prevalencia del dx (IC 95%)	Nivel de la prueba (IC 95%)	Eficiencia (IC 95%)	X ²
1.0	0 (0.25-0.28)	0.75 (0.70-0.80)	0 (0.03-0.07)	0.92 (0.89-0.95)	0.06 (0.03-0.09)	0.23 (0.18-0.29)	0.70 (0.65-0.76)	4.52
1.25	0.26 (0.25-0.28)	0.57 (0.52-0.64)	0.05 (0.03-0.07)	0.89 (0.86-0.93)	0.08 (0.05-0.12)	0.40 (0.34-0.47)	0.55 (0.49-0.62)	1.78
1.50	0.36 (0.34-0.38)	0.45 (0.39-0.52)	0.06 (0.04-0.09)	0.87 (0.84-0.89)	0.09 (0.06-0.13)	0.53 (0.46-0.59)	0.44 (0.38-0.52)	2.59
1.75	0.48 (0.46-0.52)	0.49 (0.44-0.55)	0.18 (0.15-0.22)	0.80 (0.77-0.84)	0.19 (0.14-0.24)	0.5 (0.43-0.56)	0.49 (0.43-0.56)	0.02
2.0	0.58 (0.54-0.63)	0.91 (0.89-0.94)	0.88 (0.86-0.90)	0.68 (0.64-0.73)	0.50 (0.44-0.57)	0.34 (0.27-0.39)	0.75 (0.69-0.80)	65.15

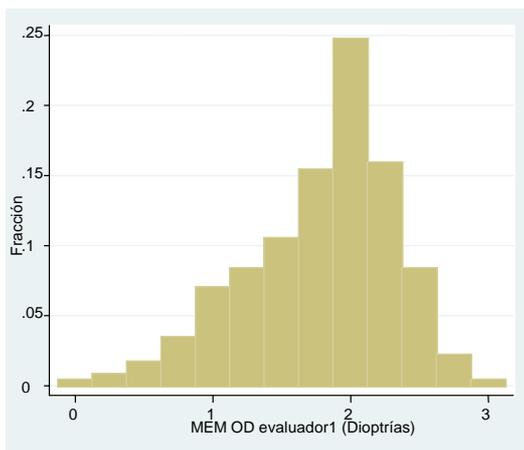
*Valor predictivo positivo ** Valor predictivo negativo

Tabla 23. Índices de calidad del método subjetivo del lente de prueba comparado con Nott en el ojo izquierdo.

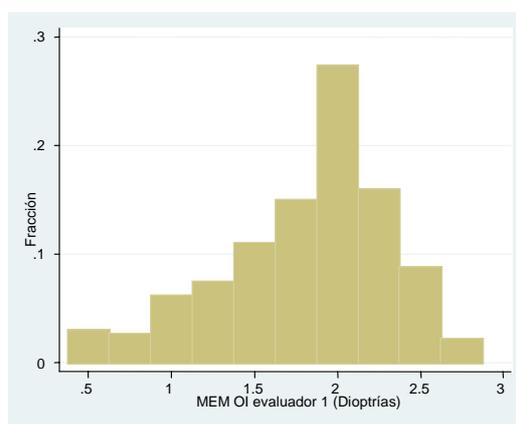
Valor dióptrico	K (1 ,0)	K (0,0)	K (0.5,0)
1.0	-0.30	-0.06	-0.10
1.25	-0.24	-0.03	-0.05
1.50	-0.34	-0.03	-0.06
1.75	-0.02	-0.005	-0.008
2.0	0.37	0.76	0.50

K(1,0):Índice de calidad de la sensibilidad. K(0,0) :Índice de calidad de la especificidad. K(0,5) índice de la eficiencia.

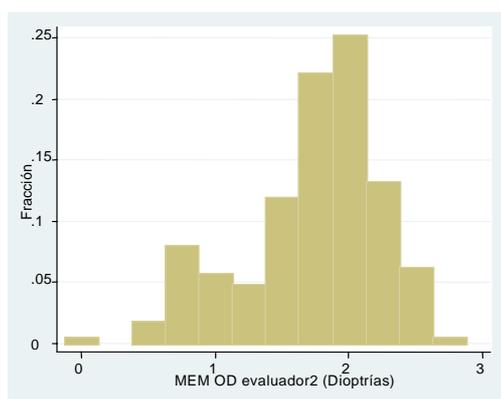
Gráfica 1. Distribución de frecuencias retinoscopia de MEM ojo derecho evaluador 1



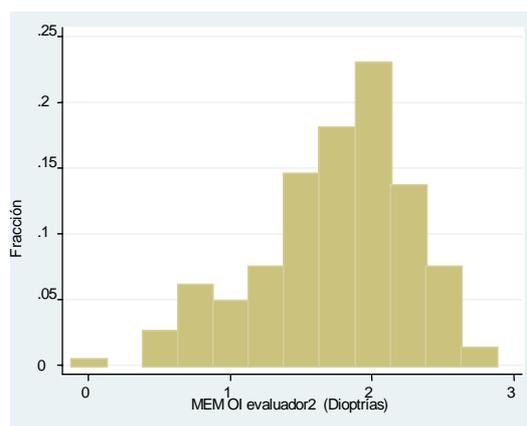
Gráfica 3. Distribución de frecuencias retinoscopia de MEM ojo izquierdo evaluador 1



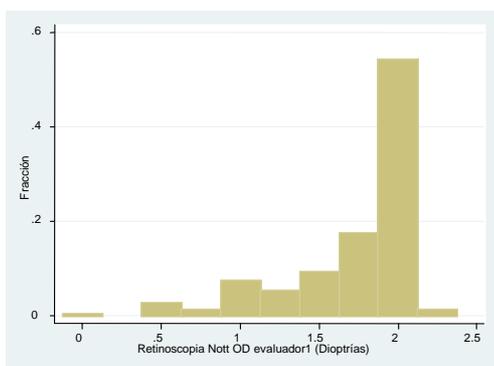
Gráfica 2. Distribución de frecuencias retinoscopia de MEM ojo derecho evaluador 2



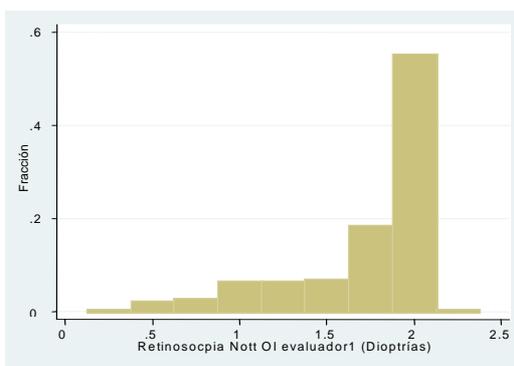
Gráfica 4. Distribución de frecuencias retinoscopia de MEM ojo izquierdo evaluador 2



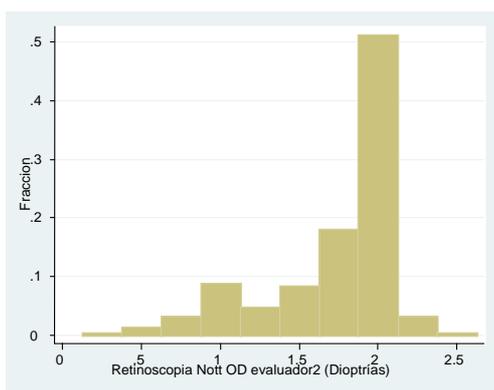
Gráfica 5. Distribución de frecuencias retinoscopia de Nott ojo derecho evaluador 1



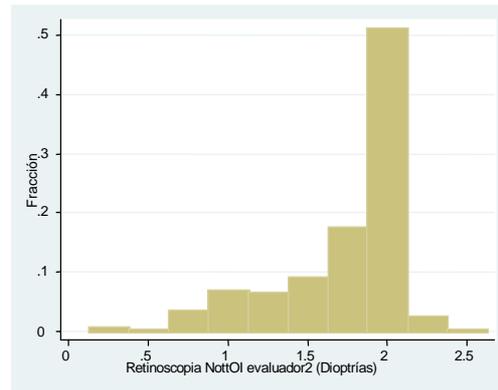
Gráfica 7. Distribución de frecuencias retinoscopia de Nott ojo izquierdo evaluador 1



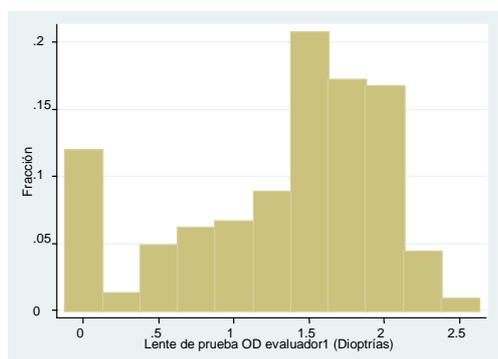
Gráfica 6. Distribución de frecuencias retinoscopia de Nott ojo derecho evaluador 2



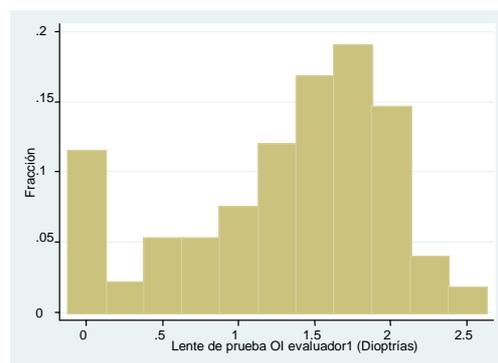
Gráfica 8. Distribución de frecuencias retinoscopia de Nott ojo izquierdo evaluador2



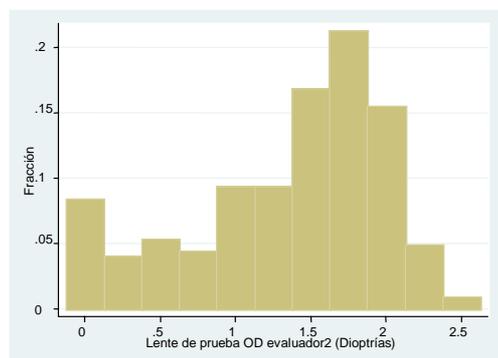
Gráfica 9. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo derecho evaluador 1



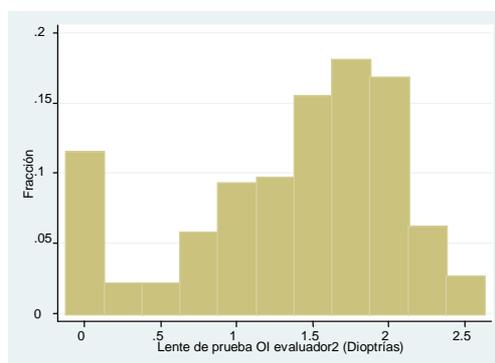
Gráfica 11. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo izquierdo evaluador 1



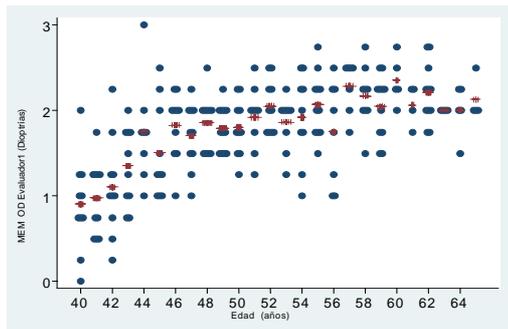
Gráfica 10. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo derecho evaluador 2



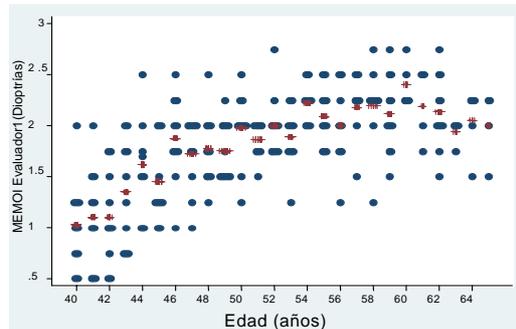
Gráfica 12. Distribución de frecuencias método subjetivo ojo izquierdo evaluador 2



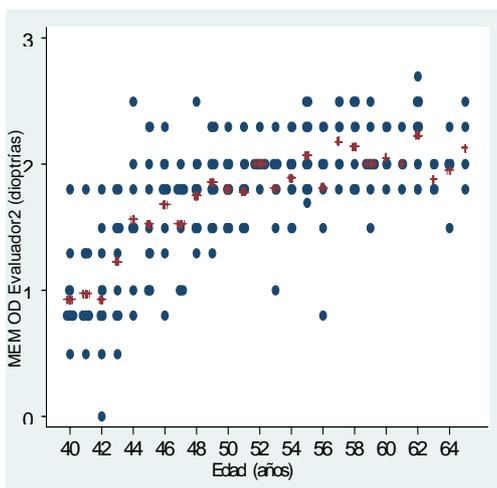
Gráfica 13. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo derecho, evaluador 1.



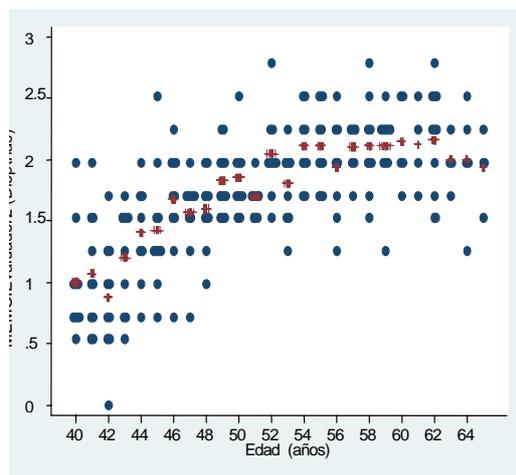
Gráfica 15. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo izquierdo, evaluador 1.



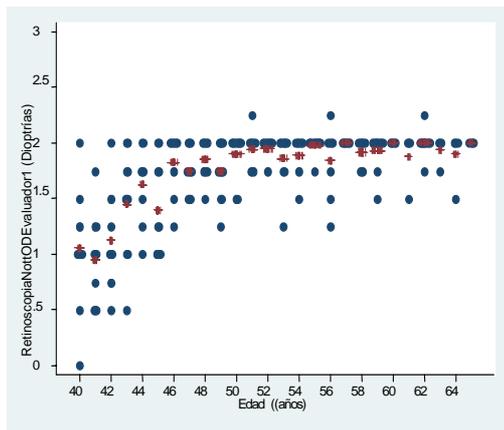
Gráfica 14. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo derecho, evaluador 2.



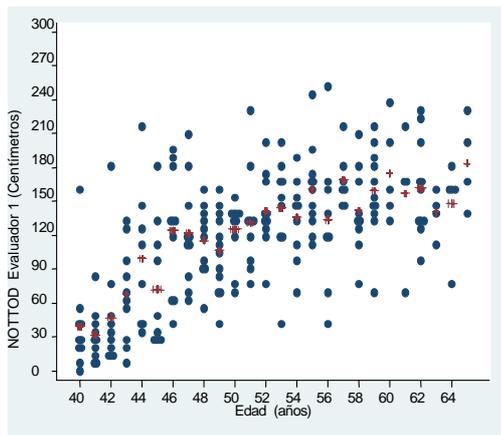
Gráfica 16. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, MEM ojo izquierdo, evaluador 2.



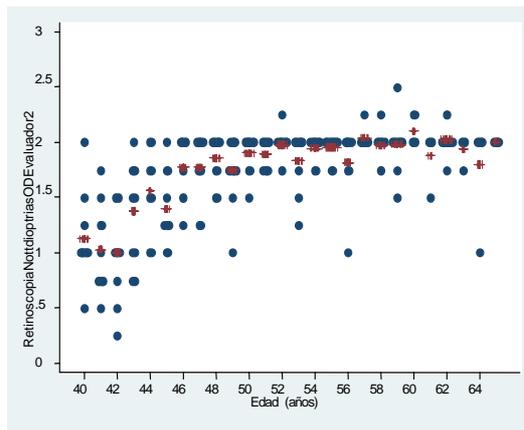
Gráfica 17. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 1. (D)



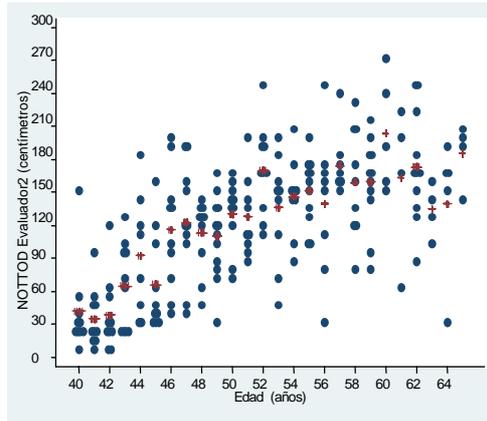
Gráfica 18. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 1. (cm)



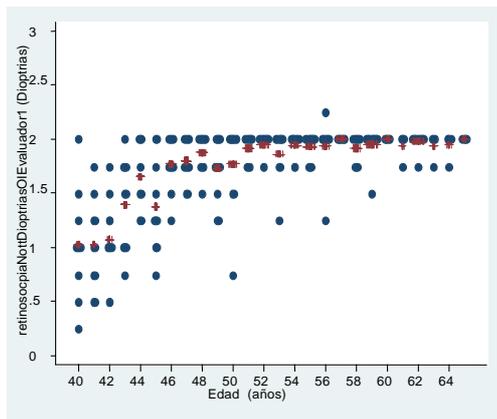
Gráfica 19. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 2. (D)



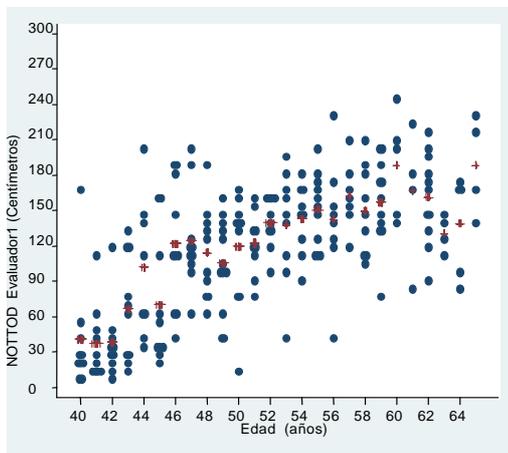
Gráfica 20. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo derecho, evaluador 2. (cm)



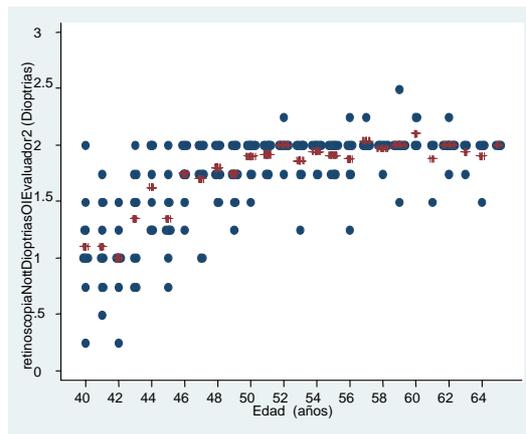
Gráfica 21. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 1. (D)



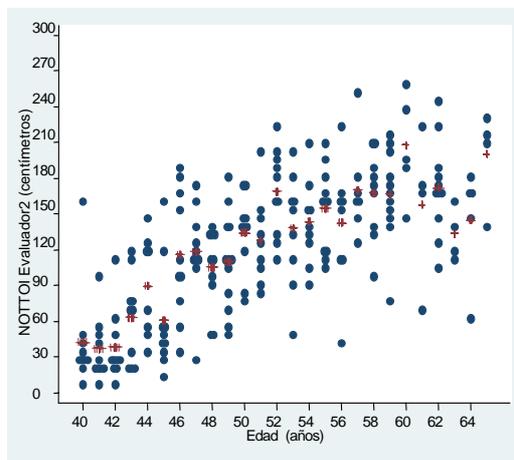
Gráfica 22. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 1. (cm)



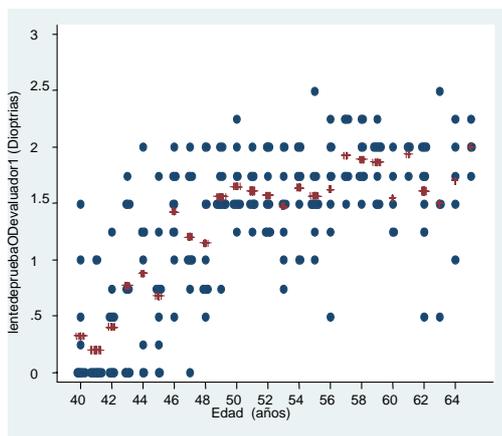
Gráfica 23. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 2. (D)



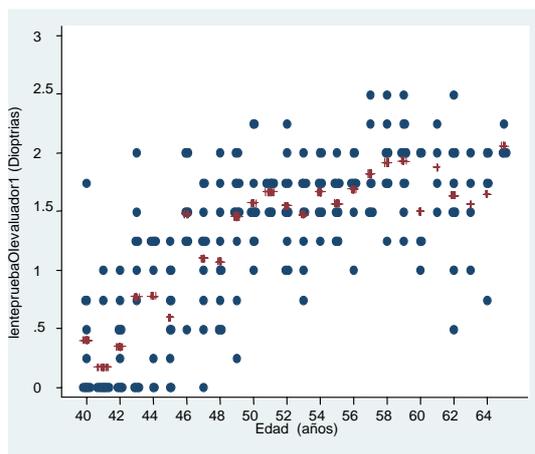
Gráfica 24. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, retinoscopia de Nott ojo izquierdo, evaluador 2. (cm)



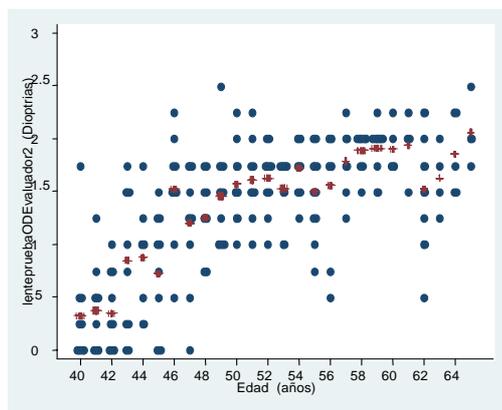
Gráfica 25. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo derecho, evaluador 1.



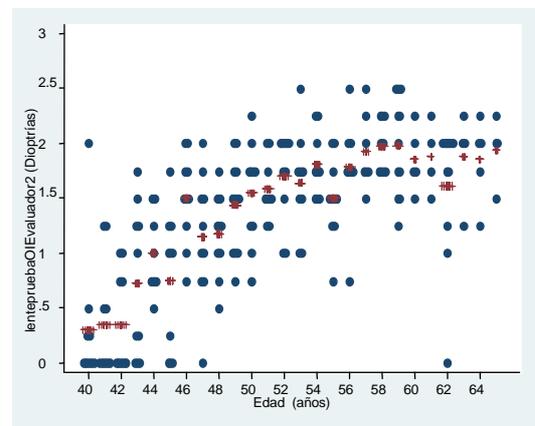
Gráfica 27. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo izquierdo, evaluador 1.



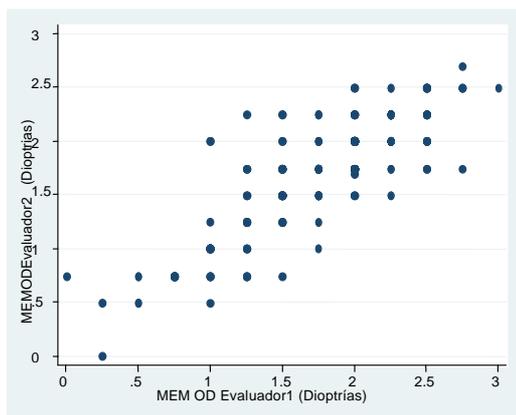
Gráfica 26. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo derecho, evaluador 2.



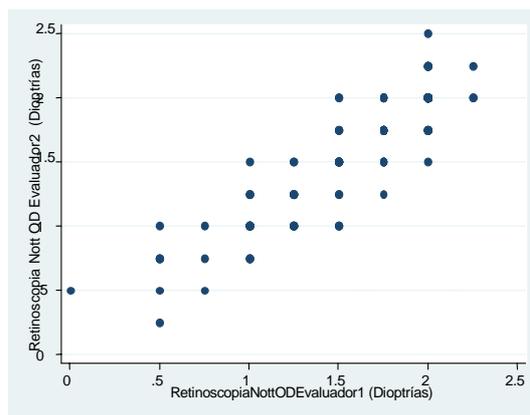
Gráfica 28. Distribución del lag de acomodación de acuerdo con la edad, método subjetivo ojo izquierdo, evaluador 2.



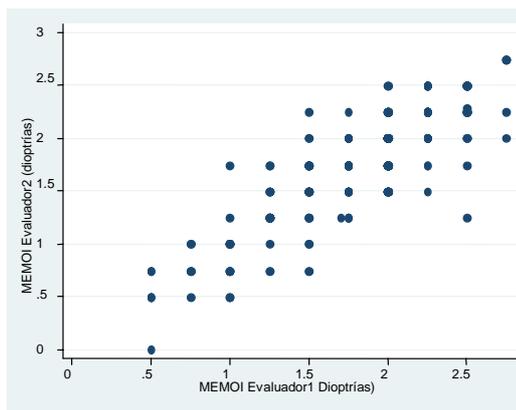
Gráfica 29. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de MEM para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2.



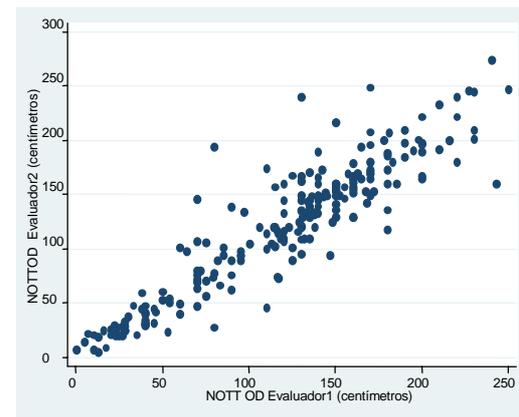
Gráfica 31. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de Nott para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (D)



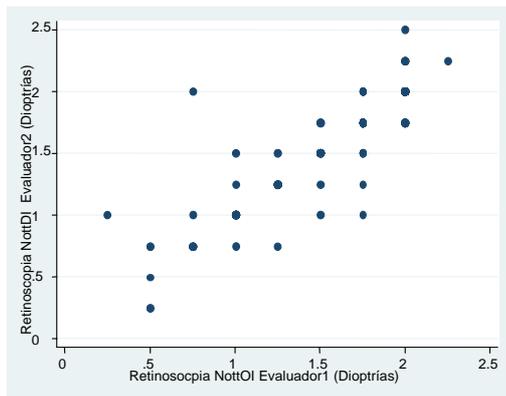
Gráfica 30. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de MEM para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2.



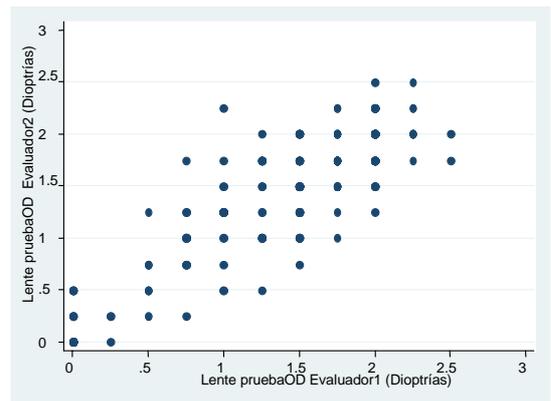
Gráfica 32. Correlación del valor dióptrico obtenido con la retinoscopia de Nott para el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (cm)



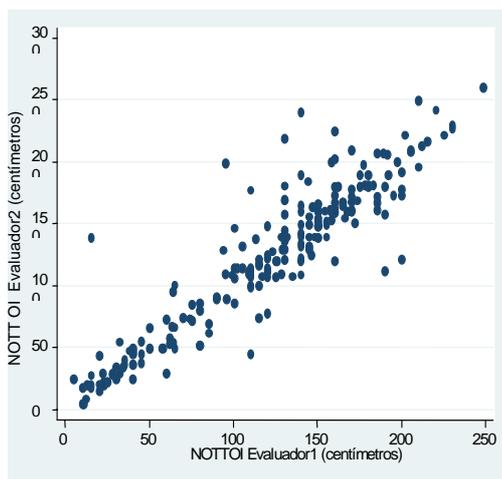
Gráfica 33. Correlación del valor dióptrico obtenido con Nott para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (D)



Gráfica 35. Correlación del valor dióptrico obtenido con el método subjetivo en el ojo derecho entre el evaluador 1 y el evaluador 2.



Gráfica 34. Correlación del valor dióptrico obtenido con Nott para el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2. (cm)



Gráfica 36. Correlación del valor dióptrico obtenido con el método subjetivo en el ojo izquierdo entre el evaluador 1 y el evaluador 2

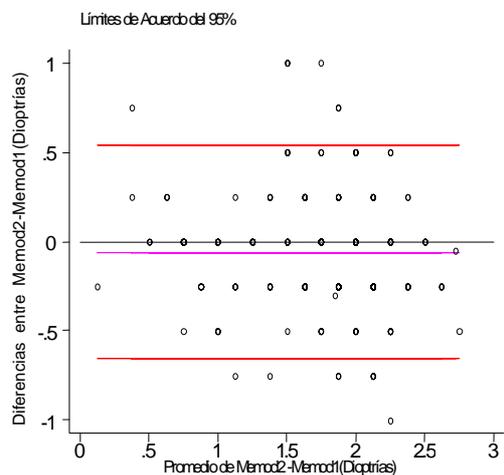


Gráfico 37. Límites de Acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM Ojo derecho evaluador 1 y MEM OD evaluador 2.

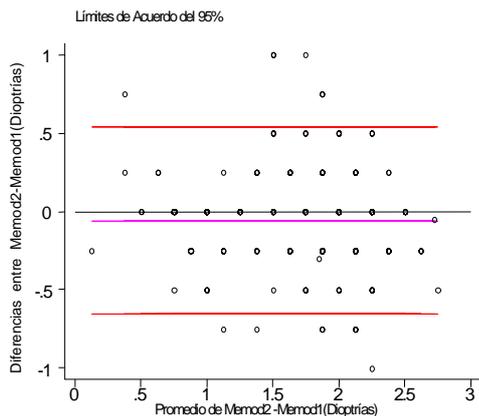
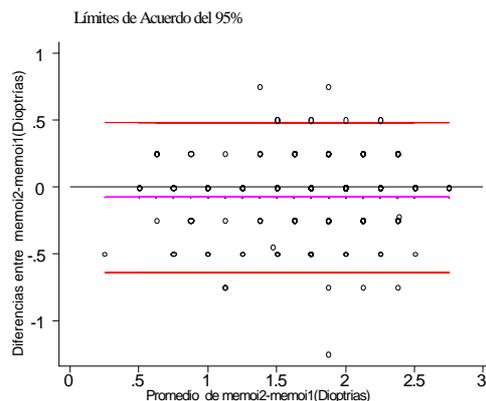
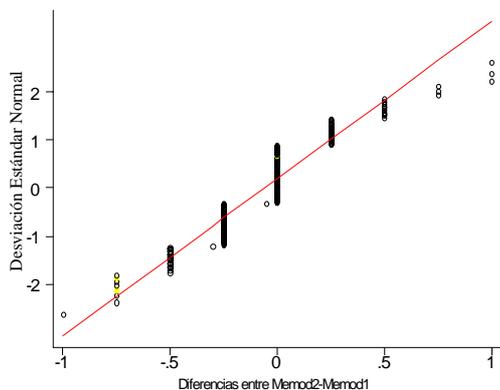


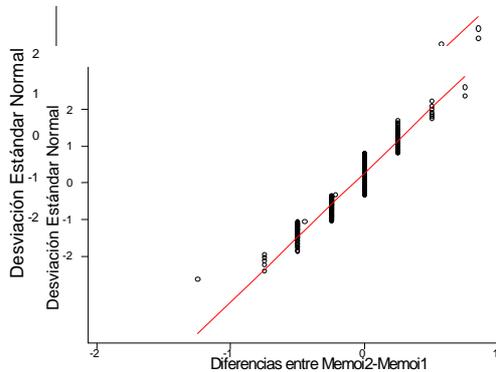
Gráfico 39. Límites de Acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM Ojo izquierdo evaluador 1 y MEM Ojo izquierdo evaluador 2.



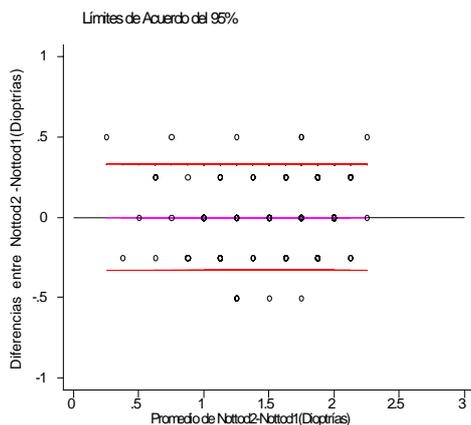
Gráfica 38. Distribución de las diferencias entre evaluadores en el MEM Ojo derecho



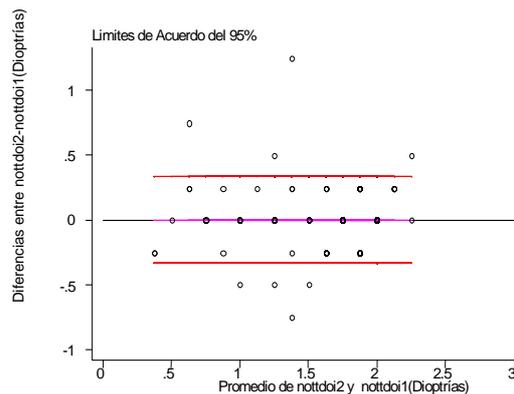
Grafica 40. Distribución de las diferencias entre evaluadores en el MEM Ojo Izquierdo



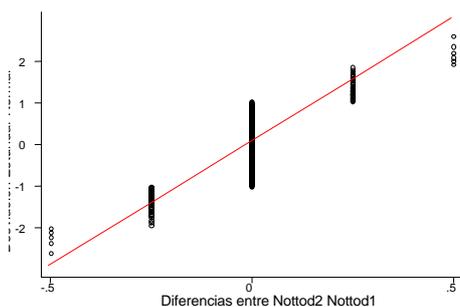
Gráfica 41. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott ojo derecho evaluador 1 y Nott ojo derecho evaluador 2



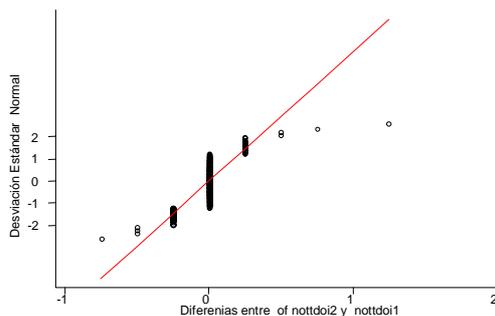
Gráfica 43. Límites de acuerdo del 95% Bland y Altman entre Nott ojo izquierdo evaluador 1 y Nott ojo izquierdo evaluador 2



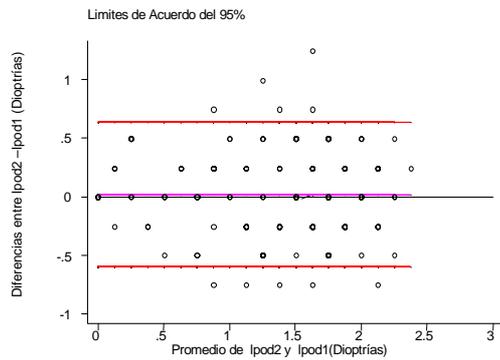
Gráfica 42. Distribución de las diferencias entre evaluadores en Nott ojo derecho



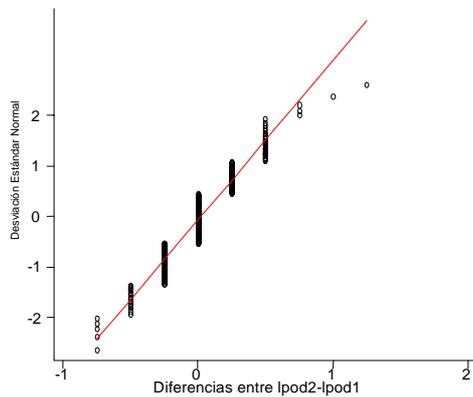
Gráfica 44. Distribución de las diferencias entre evaluadores en Nott ojo izquierdo



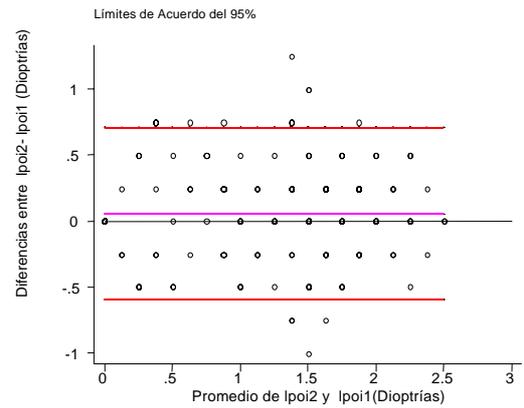
Gráfica 45. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre lente de prueba ojo derecho evaluador 1 y lente de prueba ojo derecho evaluador 2



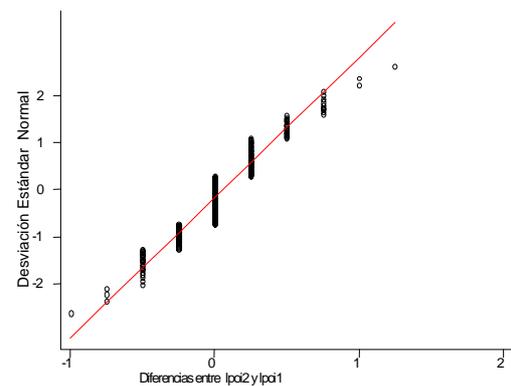
Gráfica 46. Distribución de las diferencias entre evaluadores en lente de prueba ojo derecho



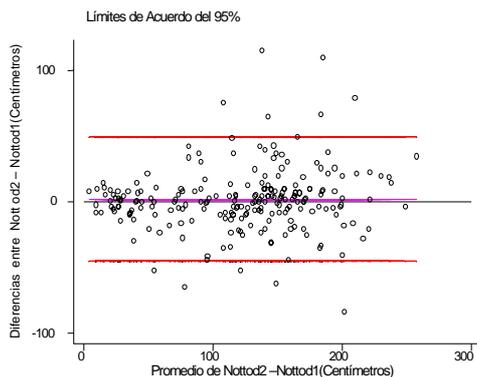
Gráfica 47. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre lente de prueba ojo izquierdo evaluador 1 y lente de prueba ojo izquierdo evaluador 2



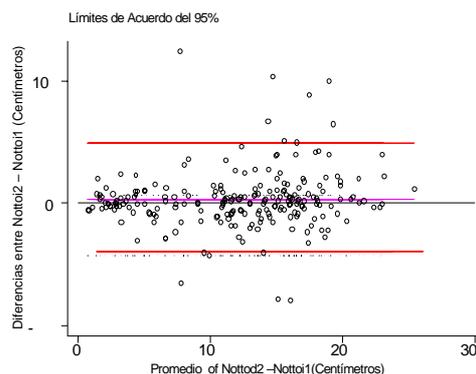
Gráfica 48. Distribución de las diferencias entre evaluadores en lente de prueba ojo izquierdo



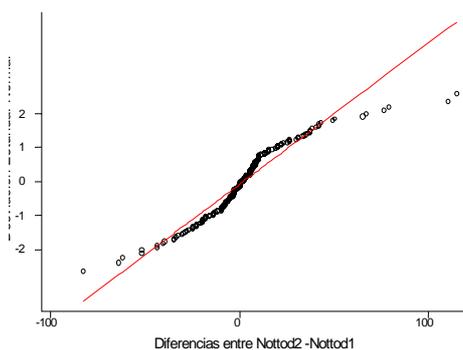
Gráfica 49. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre Nott ojo derecho evaluador 1 y Nott ojo derecho evaluador 2 (cm)



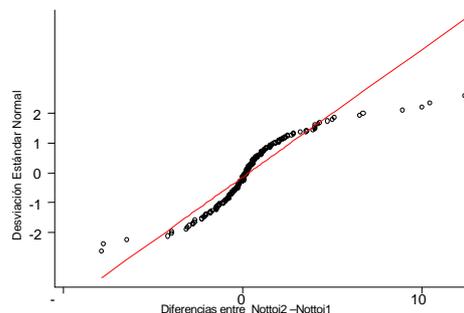
Gráfica 51. Límites de acuerdo de Bland y Altman entre Nott ojo izquierdo evaluador 1 y Nott ojo izquierdo evaluador 2 (cm)



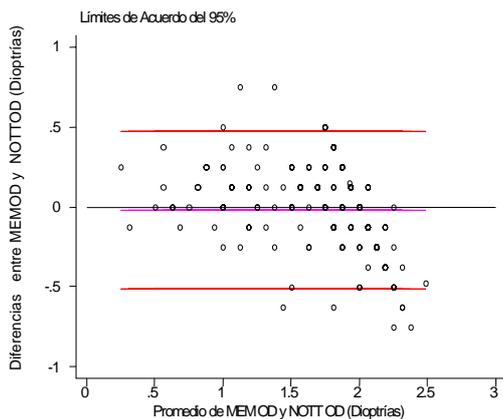
Gráfica 50. Distribución de las diferencias entre evaluadores en la retinoscopia de Nott ojo derecho (cm)



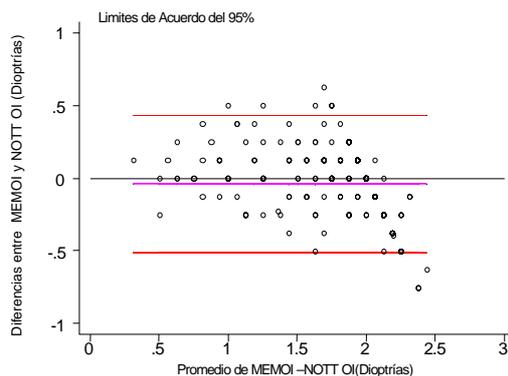
Gráfica 52. Distribución de las diferencias entre evaluadores en la retinoscopia de Nott ojo izquierdo (cm)



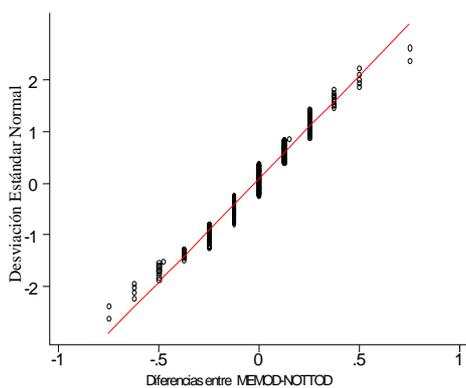
Gráfica 53. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y Nott en el ojo derecho



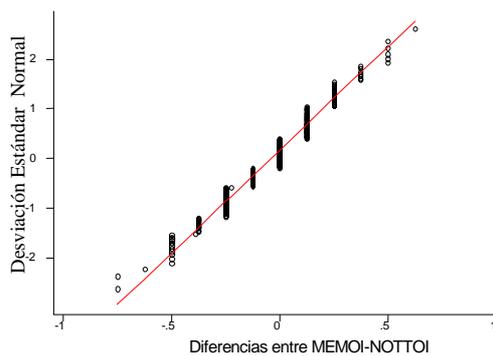
Gráfica 55. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y Nott en el ojo izquierdo



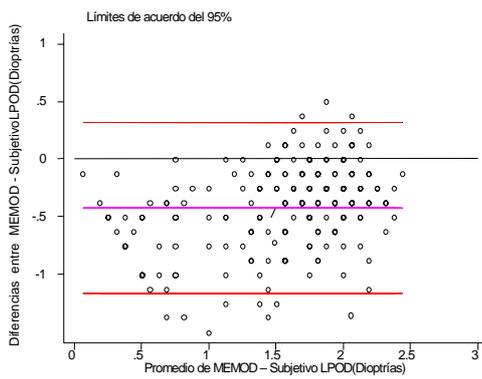
Gráfica 54. Distribución de las diferencias entre MEM y Nott en el ojo derecho



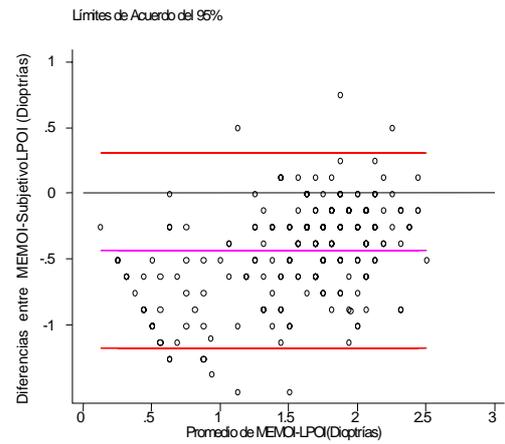
Gráfica 56. Distribución de las diferencias entre MEM y Nott en el ojo izquierdo



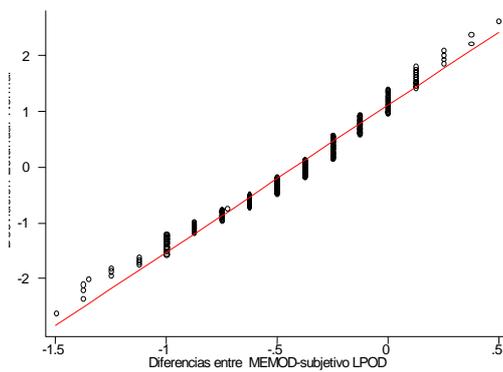
Gráfica 57. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y subjetivo en el ojo derecho



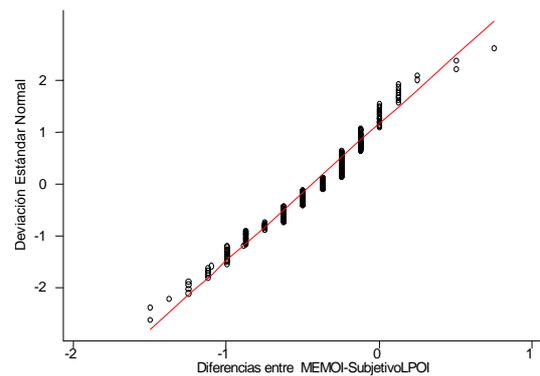
Gráfica 59. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre MEM y subjetivo en el ojo izquierdo



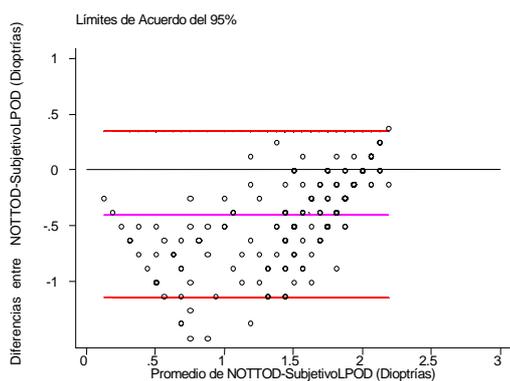
Gráfica 58. Distribución de las diferencias entre MEM y subjetivo en el ojo derecho.



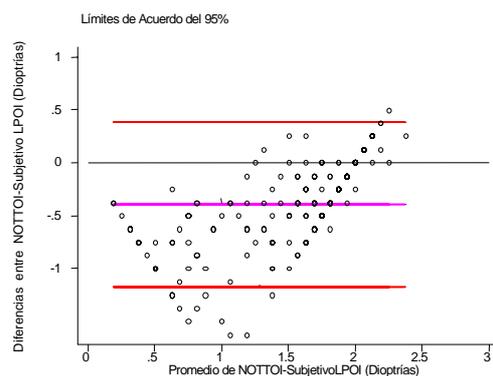
Gráfica 60. Distribución de las diferencias entre MEM y subjetivo en el ojo izquierdo.



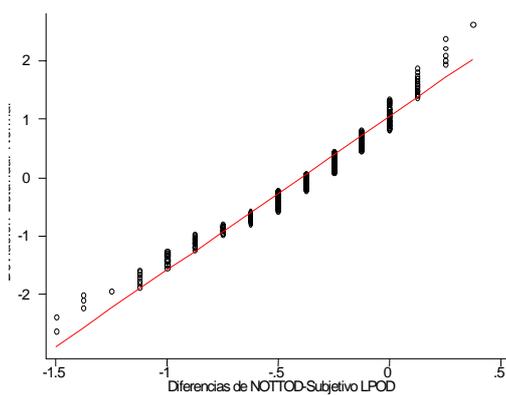
Gráfica 61. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott y subjetivo en el ojo derecho



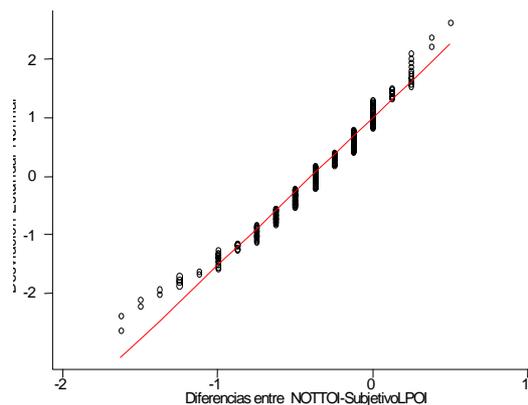
Gráfica 63. Límites de acuerdo del 95% de Bland y Altman entre Nott y subjetivo en el ojo izquierdo



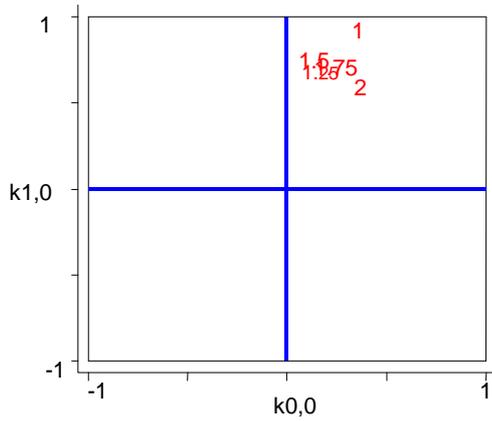
Gráfica 62. Distribución de las diferencias entre Nott y subjetivo ojo derecho.



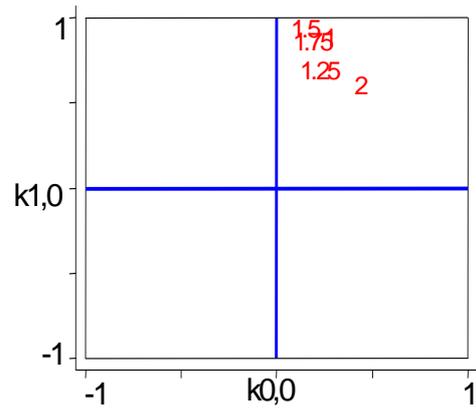
Gráfica 64. Distribución de las diferencias entre Nott y subjetivo en el ojo izquierdo



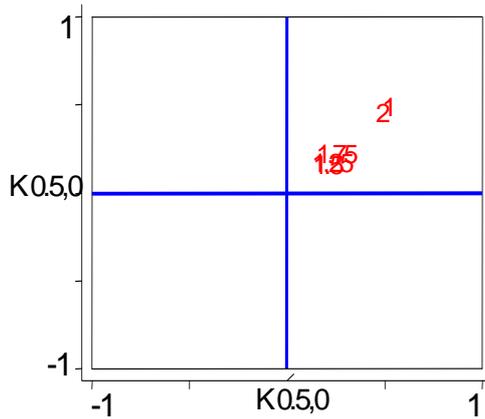
Gráfica 65. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para MEM en el ojo derecho



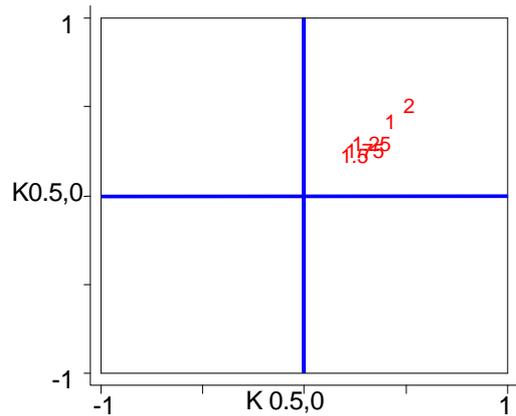
Gráfica 67. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para MEM en el ojo izquierdo



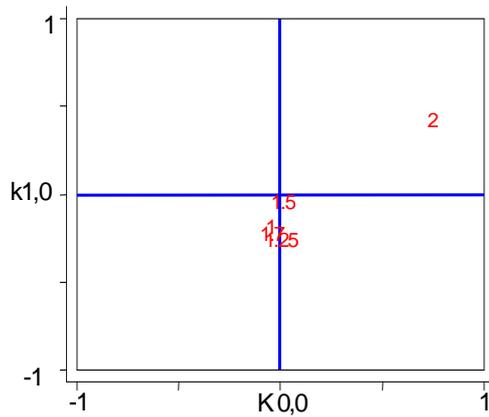
Gráfica 66. Índices de calidad de la eficiencia para MEM en el ojo derecho.



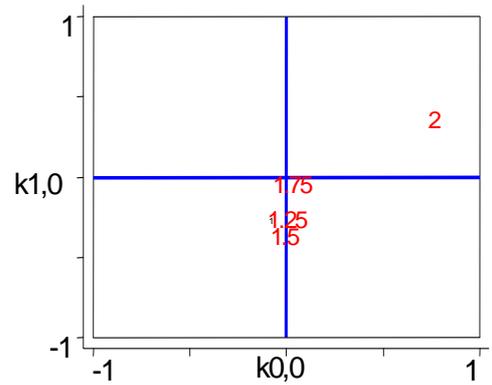
Gráfica 68. Índices de calidad de la eficiencia para MEM en el ojo izquierdo.



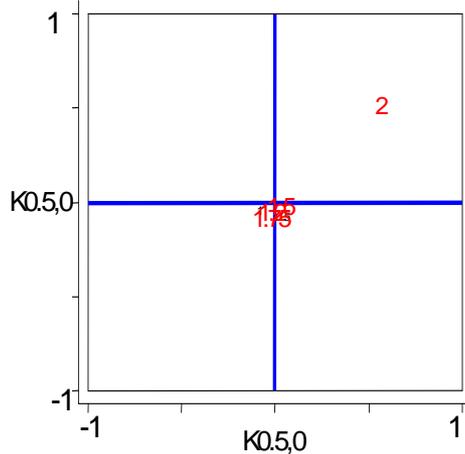
Gráfica 69. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo derecho



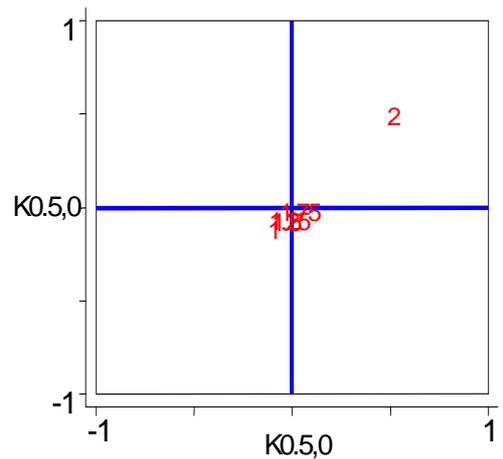
Gráfica 71. Índices de calidad de la sensibilidad y la especificidad para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo izquierdo



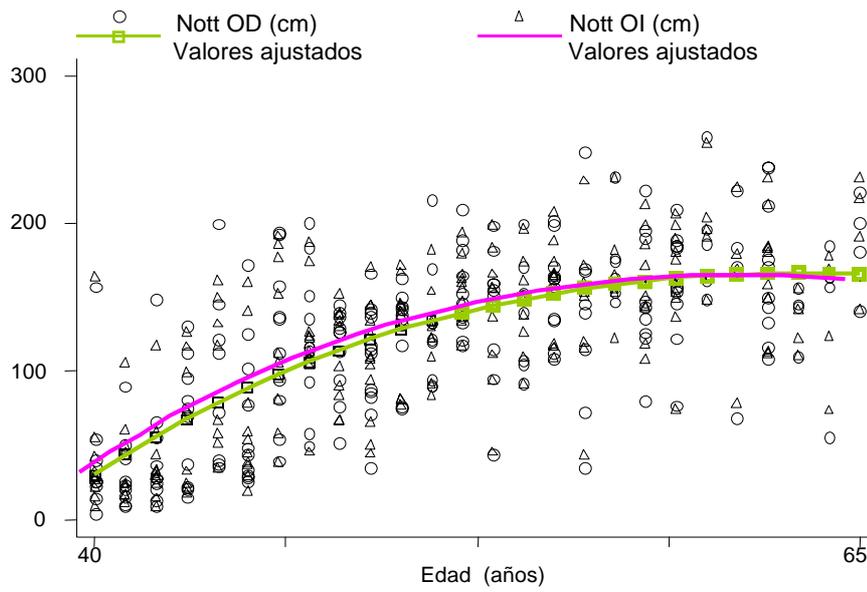
Gráfica 70. Índices de calidad de la eficiencia para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo derecho.



Gráfica 72. Índices de calidad de la eficiencia para el método subjetivo del lente de prueba en el ojo izquierdo



Grafica 73. Relación de la edad con la adición determinada con el método de Nott en el ojo derecho y en el ojo izquierdo.



CONCLUSIONES

Este estudio resalta la importancia de una línea de investigación en optometría como es la de evaluación de pruebas diagnósticas, debido a que los procedimientos clínicos que se usan diariamente se basan en la medición para determinar diagnósticos y correcciones en la población y se desconoce en la gran mayoría de pruebas su calidad; por lo tanto, al no existir evidencia científica cabe la posibilidad de que estos no se determinen adecuadamente.

El lag de acomodación y la respuesta acomodativa deben tenerse en cuenta para la corrección de presbicia a pesar de que sea un estado refractivo fisiológico en el cual se conoce que la acomodación está disminuida.

La retinoscopia de MEM aunque es reproducible presenta gran variedad entre los examinadores y resultados similares se presentaron al compararse con Nott; por esta razón no se consideran métodos intercambiables y, aunque es una prueba legítima o válida, los índices de calidad demuestran que su calidad no es tan buena.

El método subjetivo a pesar de ser un método con una buena reproducibilidad interevaluador, no presenta concordancia con la retinoscopia de Nott y el rango de variabilidad es grande y significativo clínicamente. Por lo tanto no es un método válido para determinar correcciones en presbítas.

En esta investigación se demuestra que para el diagnóstico y corrección de presbicia el mejor método que se puede aplicar es el de la retinoscopia de Nott. Con este método se obtiene mayor precisión para la prescripción de la adición en presbítas; sin embargo, se debe tener en cuenta que factores como la iluminación, debe permanecer uniforme, y la atención de la persona al fijar la tarjeta a 40 cm,

debe controlarse para que no se presenten alteraciones en la respuesta acomodativa y se dificulte la neutralización del reflejo.

Las correcciones que se determinan con las tablas de compensación según la edad, no tienen en cuenta la respuesta acomodativa de cada persona y en este estudio se observó que se presenta gran variabilidad en el poder dióptrico que se requiere para visión próxima, luego la edad no sería la única variable que determina el diagnóstico o corrección de presbicia, por esta razón cada persona debe ser corregida independientemente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se diseñen estudios de evaluación de pruebas diagnósticas aplicadas por los profesionales optómetras en Colombia y se apliquen métodos estadísticos apropiados para determinar su calidad. De esta manera se contribuiría a que las decisiones clínicas se basen en evidencia científica propia debido a que se tienen como referencia estudios realizados en otros países con poblaciones de características diferentes y con resultados no válidos por su estructura metodológica.

De acuerdo con los hallazgos de esta investigación se sugiere evaluar con la retinoscopia de Nott a personas entre 30 y 39 años de edad debido a que en este estudio solo se tuvieron en cuenta a partir de los 40 años y se observó en los participantes gran variabilidad en el poder dióptrico necesario para la corrección de presbicia, probablemente porque esta condición puede iniciarse antes de esta edad por la influencia de factores ambientales o la comorbilidad de cada persona y por lo tanto, se requiera corrección a una edad más temprana.

BIBLIOGRAFIA

1. Presbiopya. Sexto simposio de presbicia varilux. Francia 1.996
2. Clinica Reinoso Bogotá Colombia. (Fecha de acceso octubre 10 de 2.003) URL disponible en <http://editoracinco.com>.
3. Departamento administrativo nacional de estadística DANE. Bucaramanga.2003
4. Mc Garry M. Manning T. The effects of wearing corrective lenses for presbyopia on distance vision. *Ophthal Physiol Opt* 2003; 23:13-20
5. Clarke Farr PC Presbyopia: Refractive error or the result of the normal ageing process of the eye. *Afr Optom* 2004 63 (1) 30-5.
6. Fannin TE. Presbyopic addition. In: *Clinical Procedures in Optometric*. JB Lippincott company. New York 1.996; 203.
7. Benneth A, Rabbetts R. *Clinical Visual Optics. Accommodation and age: Presbyopia*. Oxford USA. Editorial Butterworth Heinmann 1998:117-9.
8. Merchán de Mendoza G. Diez puntos sobre retinoscopia monocular. *Optometria* 4(1) 1966:33-38.
9. Universidad de Nova USA. 2005. Presbyopia. (Fecha de acceso: Enero 5 de 2.005) URL disponible en: <http://www.nova.edu/hpd/otm/otm-c/presbyopia> .
10. Ducke Elder . Abraams D. *Refraction teoría y práctica*. 1ª edición Ed JIMS Barcelona España; 1.985
11. Rosenfield M, Portello JK, Comparison of clinical techniques to asses de near accommodative response *Optom Vis Sci* 1.996; 73(6):382-88.
12. Cacho M, Garcia A, Garcia JR, Lopez A. Mem and Nott dynamic retinoscopy in patient whit disorders of vergence and accommodation. *Ophthal Physiol.Opt.* 2002; 22(3): 214-20
13. Cacho M, Garcia A, Garcia JR, Lopez A. Comparison between MEM and NOTT dynamic retinoscopy *Optom Vis Sci*. 1999:76(9):650-655.
14. Ortner C. Markovie O. Causes and Correction of presbyopia: a Review. *Acta clin Croat* 2002;41(4):39-43.
15. Glasser A, Campbell MCW. Presbyopia and the optical changes in the human crystalline lens with age. *Vision Research*1998; 38:209-29.

16. Grossvenor T. Refractive changes in the older adult. *Epidemiology of ametropia*.
In : *Primary Care Optometry*. New York :Butterworth 2.002:41-54.
17. Miede C. Age related changes in accommodation and refraction for presbyopes. *Insight professional J* 1.997.
18. Semmlow J. et al. The relationship between Ciliary Muscle Contraction and Accommodative. In: *Response in the Presbyopic Eye*. Plenum Press New York and London. 1.991;245-53.
19. Wick B. Vision training for presbyopic non strabismic patients. *Am J Optom* 1977;54:244-7
20. Mancil G. et al. *Optometric Clinic Practice Guideline Care of patient with Presbyopia*. American Optometric Association. St Louis:Lindbergh:1.998.
21. Weale R. Epidemiology on refractive errors and presbyopia. *Surv Ophthalmol* 2.003;48:515-43
22. Kragha I., Hofstetter HW: Bifocal adds and environmental temperature. *Am J Optom Physiol Opt* 63:372–6, 1986
23. Wharton KR, Yolton RL: Visual characteristics of rural Central and South Americans. *J Am Optom Assoc* 1986 57:426–30.
24. Kamali A, Whitworth JA, Ruberantwari A. et al: Causes and prevalence of non-vision impairing ocular conditions among a rural adult population in Uganda. *Ophthalmic Epidemiol* 6:41–8, 1999
25. Edwards MH, Law LF, Lee CM, et al. Clinical norms for amplitude of accommodation in Chinese. *Ophthalmic Physiol Opt* 1993; 13:199-204.
26. Pointer J. Gender related optical aspects on the onset of presbyopia. *Ophtalm Physiol Opt*.2002;22:126-29.
27. Pointer JS. The presbyopic add. III Influence of the distance refractive type. *Ophthal Physiol. Opt*.1.995;15(4):249-253.
28. Heron G. Charman N.. Gray L. Accommodation Responses and ageing. *IOVS* 1999(40)12:2872-83.
29. Birbaum M. Case Analysis and Functional Lens Prescription In: *Optometric management of near point vision disorders*. Ed Butterworth-Heinemann. USA 1.993:160-74.

30. Keith E. Lleywellyn R. *Optometría. Retinoscopía*. Barcelona España ediciones científicas y técnicas S.A. 1.993:92-6.
31. Benneth A., Rabbetts R. *Clinical Visual Optics. Accommodation and age: Presbyopia*. Oxford USA. Ed Butterworth Heinmann 1998:121-23.
32. Latour J. et al *Métodos de Investigación en cardiología clínica*. Rev Esp Cardiol 1997;50:117-128
33. The STARD Initiative and the Reporting of Studies of Diagnostic Accuracy Clinical Chemistry. 2003(49):18-20
34. Hernández Aguado I, Porta Serra M, Miralles M, García Benavides F, Bolúmar F La cuantificación de la variabilidad en las observaciones clínicas. Med Clin (Barc) 1990; 95: 424-429.
35. Staquet.M, Hays R. Fayer P. *Quality of Life Assessment in Clinical Trials. Methods and Practice*. University Press. Oxford 1.998:171-75.
36. Kraemer H. *Evaluating Medical Test*. Sage publications. California USA. 1992.
37. Domholdt E. *Measurement Theory*. In: *Physical therapy research. Principles and application* WB Saunders Co Philadelphia PA, 2003.
38. Kraemer H, Bloch D. Kappa coefficients in epidemiology an appraisal of a reappraisal. J Clin Epidemiol 1988;41: 959-68.
39. Kraemer H. Periyakoil V. Noda A. Kappa coefficients in medical research. Statist Med 2002; 21:2109-29.
40. Gilchrist J. QROC curves and kappa functions: New methods for evaluating the quality of clinical decisions. Opthal Physiol Opt. 1992;2:350-60.
41. Lin L.I-K. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility .Biometrics 1989; 45:255-268.
42. Bland M, Almant D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. The Lancet;1996:307-10.
43. Orozco LC. Camargo DM. Evaluación de tecnologías diagnósticas y tipos de muestreo. Biomédica. 1.997;17(4):321-24.
44. Rouse M, London R, Allen D. An evaluation of the monocular estimate method of dynamic retinoscopy. Am J Optom & Physiol Optics. 1982;59(3):235-39.

45. Locke L, Somers W. A comparison study of dynamic retinoscopy techniques. *Optometry and Vision Science* 1989;66(8) :540-44.
46. Millodot M. Millodot S. Presbyopia correction and the accommodation in reserve. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1989;9(2);126-132.
47. Blystone P.A. Relation between age and presbyopic addition using sample of 3.645 examinations from a single private practice. *J Am Optom Assoc* 1999;70(8):505-8.
48. Kraemer H. Correlation Coefficients. In :How many Subjects? Sage publications. New Delhi. London
49. Carlson N. et al. Procedimientos clínicos en el examen visual. Ediciones Genova. SA. España 1.990.
50. Bohorquez JM. Manual de Exámenes clínicos. Barcelona 1998
51. Agudelo J. y col. Salud Visual. Bases para un sistema de vigilancia epidemiológica. Ministerio de trabajo y seguridad social. Instituto de seguros sociales. 2ª Edición. Medellín 1993:15.
52. Bailey I. Visual impairments.. Conversion table for visual acuity notations. (fecha de acceso: Noviembre 15 de 2004). URL disponible en: [Http://books.nap.edu/html/visual_impairments/ch2_t1.html](http://books.nap.edu/html/visual_impairments/ch2_t1.html)
53. National Research Council .Acuity visual. (Fecha de acceso: Junio 12 de 2.004) URL disponible en: <http://wwwaoa.org.com>
54. Center for Disease Control and Prevention. Atlanta, CA, USA. 2001.
55. Stata Statistical Software: Release 9.0 University Texas. Stata Corporation. Texas USA 2.000
56. Commenges D. Jacqmin H. The Intraclass Correlation Coefficient: Distribution – Free Definition and Test. *Biometrics* 1994;50:517-526.
57. Fleiss J. The Measurement of Interrater Agreement. In *Statistical Methods for Rates and Proportions*. 2ª Ed. Jhon Wiley Sons. New York 1.981:213-236.
58. Kraemer H. Population and Sampling. In: *Evaluating Medical Test*. Sage publications. California USA.1992:38.
59. Bland M. Altman D. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research* 1999;8:135-160.

60. Nayak B. Ghose S. Singh JP. A comparison of cycloplegic and manifest refractions on the NR-1000F. *Br J. Ophthalmol.* 71:682-84
61. Kinge B., Midelfart A, Jacobsen G. Clinical evaluation of the Allergan Humphrey 500 autorefractor and the Nidek AR 1000 autorefractor, *Br J. Ophthalmol.* 1996;80:35-39.
62. Allen P. Radhakrishnan H, O'Leary D.J. Repeatability and validity of the power refractor and the Nidek AR 600-A in an adult population with healthy eyes. *Optom Vis Sic.* 80 245-251..
63. Siddiqui M. Azuara-Blanco A, Burr J. The quality of reporting of diagnostic accuracy studies published in Ophthalmic journals. *Br J Ophthalmol* 2005;89:2961-265
64. Patton N., Aslam T., Murray G. Strategies to assess reliability in ophthalmology. *Eye* 2005.
65. Rosenfield M. Cohen A. Repeatability of clinical measurements of the amplitude of accommodation. *Ophthal Physiol Opt.* 1.996;16(3):247-49.
66. Queiros J. Gonzalez J. The influence of cycloplegia in objective refraction. *Ophthal Physiol Opt.* 2.005 25:340-345.
67. Kraemer H. Sensitivity and Specificity: The signal detection approach In: *Evaluating Medical Test.* Sage publications. California USA. 1992. pág 63-95.
68. Carnevali T. Southaphanh P. A retrospective study on presbyopia onset and progression in a Hispanic population. *Optometry* 2005;76(1):37-46.
69. Pointer J.S. The presbyopic add I. Magnitude and distribution in a historical context. *Ophthal Physiol. Opt.* 1.995;15(4):235-40.
70. Duarte W. et al. Prevalência de deficiência visual de perto e fatores associados: um estudo de base populacional. *Cad Saúde Pública, Rio de Janeiro.* 2003;19(2):551-59.
71. Jain I.S. Ram J. Gupta A. Early onset of presbyopia. *American Journal of Optometry and Physiological Optics.* 1.982;59(12):1002-005.
72. Hanlon S., Nakabayashi J. Shigezawa G.A. Critical review of presbyopic add determination. *J Am. Optom. Assoc.* 1987;58:468-472.
73. Fleiss J. Reliability of measurement. In: *The Design and Analysis of Clinical Experiments.* Jhon Wiley Sons. New York. 1986:1-32

74. Goss D. Grosvenor T. Reliability of refraction a literatura review. J Am Optom Assoc. 1996;67:619-630.

75. Macmillan E.S. et al.. Loss of visual acuity is the main reason why reading addition increase alter the age of Sixty. OptomVis Sci.

Anexo A. Cálculo Tamaño de Muestra

Para el cálculo del tamaño de muestra se tuvo en cuenta la fórmula propuesta por Helena Chmura Kraemer, para el coeficiente de correlación intraclase. Se utilizó un test de 2 colas, un poder del 80% y un nivel de significancia del 0.05 que permitirá obtener para un coeficiente de correlación intraclase de 0.7 con una diferencia superior a 0.1 lo siguiente:

Rho	rho1	Delta	v	n=v+1
0.6	0.65	0.0819671	1223	1224
0.65	0.7	0.0917431	965	966
0.7	0.75	0.1052632	781	782
0.75	0.8	0.125	541	542
0.8	0.85	0.1562501	345	346
0.85	0.9	0.2127658	158	159
0.9	0.95	0.3448276	64	65
0.6	0.67	0.1170568	645	646
0.65	0.72	0.131579	461	462
0.7	0.77	0.1518438	345	346
0.75	0.82	0.1818182	238	239
0.8	0.87	0.2302631	158	159
0.85	0.92	0.321101	73	74
0.9	0.97	0.5511815	22	23
0.6	0.7	0.1724137	268	269
0.65	0.75	0.195122	214	215
0.7	0.8	0.2272728	158	159
0.75	0.85	0.2758622	112	113
0.8	0.9	0.3571427	64	65
0.85	0.95	0.5194804	27	28
0.9	0.95	0.3448276	64	65

$$\text{Delta} = (\text{rho1} - \text{rho}) / (1 - \text{rho1} * \text{rho}) \quad N = v + 1.$$



Anexo B. Prueba de Selección

Registro # _____

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD –ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA
MAESTRIA EN EPIDEMIOLOGIA

VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS MÉTODOS PARA CORRECCIÓN DE PRESBICIA EN
PERSONAS ENTRE 40 Y 65 AÑOS DE EDAD

Evaluador : 1 ___ 2 ___

Fecha: DIA ___ MES ___ AÑO ___ Teléfono ___ Género: M (1) ___ F(0) ___

Edad (años cumplidos): ___

Corrección en uso: SI (1) ___ NO(0) ___

Visión lejana Adición OD ___ OI: ___

OD: _____

OI: _____

AGUDEZA VISUAL

Visión lejana OD: _____ OD: _____

sc OI: _____ cc OI: _____

Visión cercana

OD: _____ OD: _____

sc OI: _____ cc OI: _____

REFRACCION OD: _____ AV _____

OI: _____

SUBJETIVO: OD _____ AV _____

OI: _____ AV _____

EXAMEN MOTOR

HIRSCHBERG: _____ COVER TEST VL _____ VP _____

SEGMENTO ANTERIOR: OD _____

OI: _____

FONDO OCULAR: OD _____

OI: _____

Diagnóstico: _____

Seleccionado: si ___ no _____

Anexo C. Consentimiento informado escrito

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD –ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PUBLICA
MAESTRIA EN EPIDEMIOLOGIA**

VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS MÉTODOS PARA LA CORRECCION DE PRESBICIA EN PERSONAS ENTRE 40 Y 65 AÑOS DE EDAD

El objetivo de este examen de optometría, es obtener información relevante que permita evaluar la validez y reproducibilidad de los métodos que hoy en día se utilizan para dar la corrección adecuada en visión cercana y corregir la presbicia. La información registrada es confidencial y por lo tanto nadie tendrá conocimiento de su estado visual. No haremos uso de su nombre sino de un código para la presentación de los resultados. Su participación en la misma es totalmente voluntaria por lo tanto tiene el derecho a negarse a participar. Ahora, después de conocer estas consideraciones del estudio, si desea participar por favor deje por escrito su autorización por medio de su firma.

Nombre: _____

Firma: _____



Anexo D. Formato de Recolección de Datos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE SALUD –ESCUELA DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA
MAESTRIA EN EPIDEMIOLOGIA**

Registro # _____

C.C# _____

VALIDEZ Y REPRODUCIBILIDAD DE LOS METODOS PARA LA CORRECCION DE PRESBICIA EN PERSONAS ENTRE 40 Y 65 AÑOS DE EDAD

Objetivo: Determinar la validez y reproducibilidad de los métodos para la corrección de presbicia en personas entre 40 y 65 años de edad.

Fecha: DIA _____ MES _____ AÑO _____ Teléfono: _____ UCO: _____ Género: M (1) _____ F(0) _____ Edad (años cumplidos): _____

AP: NO(0) _____ SI(1): _____ AF: NO(0) _____ SI(1): _____

Corrección en uso: SI(1) _____ NO(0) _____

Visión lejana

OD: _____ AV _____ Adición: OD _____ AV _____

OI: _____ OI: _____

Cover Test : SC VL _____ VP _____

Refracción: _____ AV

OD: _____

OI: _____

Subjetivo _____ AV

OD: _____ Add según edad: OD: _____ AV OD: _____

OI _____ OI: _____ OI: _____

Evaluador : 1 _____ 2 _____

MEM _____ AV

OD _____

OI _____

NOTT cm _____ D _____ AV

OD _____

OI: _____

LENTE DE PRUEBA _____ AV

OD _____

OI _____

COVER TEST

CC VL _____ VP _____

ADD menos positiva:

OD _____

OI: _____

AA SHEARD (D) _____ DONDEERS(cm)

OD _____

OI _____