



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO, O.D.
SECRETARIA DE SALUD
UNIDAD DE OFTALMOLOGÍA

**“CAMBIOS EN EL ESTADO DE LA REFRACCIÓN DE LOS OJOS DE
PACIENTES CON DIABETES *MELLITUS* TIPO 2 RELACIONADOS
CON EL NIVEL DE GLUCOSA CAPILAR”**

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA DE OFTALMOLOGÍA

P R E S E N T A

**DR. JOSÉ RAMÓN PONCE
MARTÍNEZ**

**TUTOR Y ASESOR
LIC. MANUEL SÁNCHEZ PÉREZ
DRA. MARÍA ESTELA ARROYO YLLANES**



México, D.F.

Julio 2009.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**CAMBIOS EN EL ESTADO DE LA REFRACCIÓN OCULAR DE PACIENTES
CON DIABETES *MELLITUS* TIPO 2 RELACIONADOS CON
EL NIVEL DE GLUCOSA CAPILAR**

DR. ANSELMO FONTE VÁZQUEZ
Jefe de Servicio de Oftalmología

LIC. MANUEL SÁNCHEZ PÉREZ
Tutor de Tesis

DR. JOSÉ RAMÓN PONCE MARTÍNEZ
Médico Residente de Oftalmología

AGRADECIMIENTOS

A mi abuelo Píndaro por su apoyo incondicional, por acompañarme en este proyecto de vida, por sus consejos y por ser un ejemplo a seguir.

A mi tío Píndaro por su ayuda en el desarrollo de esta tesis y su apoyo constante durante mi carrera.

A mis padres, quienes siempre han creído en mí, porque sin ellos mi formación como ser humano y como profesional no hubiese sido posible.

A mi abuela Laura Elena, por su apoyo y cariño constante.

ÍNDICE

| | |
|---------------------------------|----|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| MARCO TEÓRICO | 6 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 10 |
| JUSTIFICACIÓN | 10 |
| OBJETIVOS | 11 |
| HIPÓTESIS | 11 |
| UNIVERSO Y MUESTRA | 12 |
| <i>Criterios de inclusión</i> | |
| <i>Criterios de exclusión</i> | |
| <i>Criterios de eliminación</i> | |
| DISEÑO DE TRABAJO Y MÉTODO | 14 |
| <i>Diseño de trabajo</i> | |
| <i>Materiales</i> | |
| <i>Método</i> | |
| RESULTADOS | 16 |
| DISCUSIÓN | 20 |
| CONCLUSIONES | 23 |
| ANEXOS | 24 |
| REFERENCIAS | 34 |

RESUMEN

Introducción

La diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) es un problema de salud pública de magnitud epidémica debido al incremento en la esperanza de vida y a cambios en el estilo de vida.

Para considerarse bajo control, un paciente debe mantener niveles de glucosa en ayuno menores a 126 mg/dL y niveles aleatorios de 180-200 mg/dL o menores.

La acumulación de sorbitol provoca tumescencia del cristalino, lo que causa cambios en su densidad y transparencia. Las alteraciones metabólicas contribuyen a la modificación en la forma del cristalino y su relación con su poder refractivo. No se ha definido si el paciente diabético sufre cambios refractivos miópicos o hipermetrópicos en relación con el nivel de glucosa, ni se ha establecido el nivel de glucosa a partir del que se presenten cambios en el estado refractivo del cristalino. Se ha mencionado que por arriba de 200 mg/dL de glucemia se inician los cambios, aunque no está definida una cifra precisa.

Este estudio intenta identificar las alteraciones en el estado de la refracción en pacientes diabéticos tipo 2 en relación con el nivel de glucosa capilar para la población mexicana de acuerdo con el valor referido para considerar a un paciente bajo control según la American Diabetes Association.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, prospectivo, longitudinal en pacientes que acudieron a la Consulta de Refracción del Hospital General de México entre marzo de 2008 y mayo de 2009. Se midió glucemia capilar y se practicó retinoscopia en cada paciente. Si la glucosa era mayor de 126 mg/dL se le envió a control glucémico y se realizó una nueva glucemia capilar y retinoscopia al encontrarse con menor nivel de glucemia. Se ordenó a los pacientes en 3 grupos de acuerdo con el nivel de glucemia

capilar y se registraron los resultados de la retinoscopia en las dos revisiones. Se utilizó la prueba de T de Student de una cola para comparar la significancia de las diferencias entre las mediciones. El nivel de significancia (α) se estableció en 99% ($P \leq 0.01$).

Resultados

Se incluyeron 36 pacientes. De ellos, 11 (30.5%) eran hombres y 25 (69.5%) mujeres, con media de 54.5 años. Se eliminó uno (2.7%) por presentar un aumento de la glucemia de 127 a 193 mg/dL y otros cuatro (11.1%) debido a que no tuvieron cambio en la refracción respecto de la primera visita. El resto presentó una media de glucemia en la primera visita de 199 mg/dL y en la segunda de 112.4 mg/dL ($P = 0.06$ E-12). En la retinoscopia inicial (basal), los valores de esfera promedio por grupo fueron de -0.25 dioptrías (D), -0.25 D y -0.87 D en los Grupos 1, 2 y 3, respectivamente. Los valores de cilindro promedio iniciales correspondientes fueron de -0.83 D, -1.12 D y -0.72, respectivamente para cada grupo. En la segunda visita, los valores comparativos de esfera promedio por grupo fueron de -0.05 D ($P = 0.026888$), +0.22 D ($P = 0.000000002$) y -0.42 D ($P = 0.000363$) para los Grupos 1, 2 y 3, respectivamente. En las retinoscopias realizadas a los 31 pacientes se encontró un rango de variación de -4.00 a +2.50 D (media +1.25 D) de esfera y de -5.5 a -0.25 D (media -0.625 D) de cilindro en el ojo derecho. Los valores respectivos en el ojo izquierdo fueron de -4.00 a +3.5 D (media +1.25 D) de esfera y -6.00 a 0 D cilíndricas (media -0.25 D). La segunda retinoscopia mostró para el ojo derecho una media de esfera de +1.00 D (rango -2.00 a +3.50 D, $P = 0.00007$) y una media de cilindro de -0.75 D (rango -5.50 a 0 D, $P = 0.35$). En el ojo izquierdo se encontró una media de esfera de +1.50 D (rango -3.75 a +4.50 D, $P = 0.00000004$) y una media de cilindro de -0.25 D (rango -6.75 a 0 D, $P = 0.44$). El equivalente esférico tuvo un cambio significativo en el ojo derecho ($P = 0.0015$) y en el ojo izquierdo ($P = 0.00030$).

Discusión

En comparación con la glucemia promedio en la evaluación final, que fue de 112.4 mg/dL, se demostró una variación significativa ($P \leq 0.01$). Se encontró que los valores de esfera por grupo y en total tuvieron valores de P estadísticamente significativa, demostrando que incluso los pacientes con glucemia >126 pero ≤ 199 mg/dL tienen probabilidad de presentar un cambio importante en el estado de refracción, aunque de menor magnitud que aquellos con glucemia ≥ 200 mg/dL. Esto no ocurrió así en los valores de cilindro. El defecto refractivo más frecuente fue la miopía.

Conclusiones

Se demostró que hay cambios en la refracción (esfera) de los ojos de pacientes con DM2 con glucemias capilares ≥ 126 mg/dL, lo que significa que las alteraciones en el metabolismo del cristalino ocurren incluso desde niveles de glucemia considerados hasta ahora como de control aceptable. La miopía destacó como el defecto de refracción más frecuente.

PALABRAS CLAVE: Diabetes *mellitus*, glucemia, refracción.

INTRODUCCIÓN

La diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) se ha convertido en una epidemia desde décadas pasadas debido al incremento en la esperanza de vida, al aumento substancial en la obesidad y a la disminución en la actividad física, todo esto atribuido al llamado estilo de vida occidental. En los Estados Unidos de América (EUA), alrededor del 8% de la población y 19% de las personas mayores de 65 años padecen diabetes y se reportan alrededor de 8,000 casos nuevos anuales de DM2. En México, la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC) la ha identificado como un problema de salud pública de alta prioridad. Su prevalencia en la población de 20 a 29 años es de 6.7%, en la población de 30 a 39 años se incrementa a 9.6% y de 40 a 49 años aumenta a 13.8%, siendo de 17.9% para mayores de 50 años.

El diagnóstico de DM2 se basa en tres criterios de acuerdo con la American Diabetes Association (ADA) en sus recomendaciones 2008 para la práctica clínica. Dichos criterios son glucosa en sangre (glucemia) en ayunas mayor o igual a 126 mg/dL o síntomas de hiperglucemia y glucosa plasmática al azar mayor o igual a 200 mg/dL o glucosa plasmática mayor o igual a 200 mg/dL 2 horas después de una prueba de tolerancia a la glucosa. Una vez establecido el diagnóstico, el tratamiento y la vigilancia del paciente deben llevarse a cabo de manera multidisciplinaria. Se considera que un paciente diabético se encuentra bajo control si la glucosa A1 (A1C) está por debajo de 7% o la glucosa capilar preprandial está entre 70 y 130 mg/dL y la glucosa posprandial <180 mg/dL³. La frecuencia de realización de estas pruebas depende del control y el manejo que se dé a cada paciente. Por ejemplo, en aquellos individuos con un control glucémico estable se recomienda medir la glucosa A1 dos veces al año; no así en aquellos que no hayan alcanzado la meta glucémica, en cuyo caso se determinará cuatro

veces al año. En cuanto a la frecuencia de monitoreo capilar de glucosa o automonitoreo glucémico, este debe hacerse diariamente si el paciente es tratado con insulina o bien posprandial si el paciente aún no alcanza los niveles adecuados de control.

En cuanto a las complicaciones, la diabetes *mellitus* se asocia con problemas tales como retinopatía, nefropatía y neuropatía, entre las más importantes. El riesgo de padecer estas complicaciones se ha incrementado ya que la edad de inicio de la DM2 es más temprana y los pacientes viven más.

Las metas para considerar un control de la DM se dividen de acuerdo con el grado de gravedad de la enfermedad. Esto se valora de acuerdo con los valores de A1C y/o de glucemia capilar, con las complicaciones, el tiempo de evolución y las enfermedades asociadas. Los pacientes críticamente enfermos deben mantener niveles de glucemia lo más cercano posible a 110 mg/dL y por debajo de 140 mg/dL. Estos pacientes requieren de tratamiento con insulina intravenosa para alcanzar los niveles apropiados de control. En aquellos pacientes considerados no críticamente enfermos, no hay evidencia de metas o niveles específicos de glucosa, pero se considera un mejor pronóstico si el paciente mantiene niveles de glucosa en ayuno menores a 126 mg/dL y niveles aleatorios de 180-200 mg/dL o menores.

Además del control farmacológico, se deben considerar las modificaciones del estilo de vida, incluyendo dieta, ejercicio y suspensión de tabaquismo, así como vigilancia por parte de otros especialistas además del endocrinólogo, entre ellos el oftalmólogo, para evitar complicaciones.

MARCO TEÓRICO

Las complicaciones oftalmológicas más estudiadas en la DM2 son glaucoma de ángulo abierto, neuropatía óptica isquémica, queratopatía, retinopatía y catarata, así como alteraciones de la refracción

El glaucoma tiene una incidencia de 3.7 a 11.8% en pacientes jóvenes y viejos, respectivamente, y está relacionado con factores de riesgo como la tensión arterial, el índice de masa corporal, la hemoglobina glucosilada (HbA), uso o no de insulina, sexo, glucemia capilar, retinopatía y cirugía de catarata. De estos, el uso de insulina y los niveles de HbA o glucemia son los más significativos para el desarrollo de glaucoma en estos pacientes. Además, diversos estudios genómicos han reportado la existencia de genes autonómicos que favorecen el desarrollo de diabetes y glaucoma. La neuropatía óptica isquémica se asocia sobre todo con alteraciones microangiopáticas que suceden en los pacientes diabéticos. La queratopatía y su relación con la DM es una situación poco estudiada aunque se sabe que no representa una entidad clínica seria desde el punto de vista patológico. Comprende una serie de síntomas y signos corneales entre los que se incluyen la queratitis puntiforme y erosiones epiteliales persistentes, sobre todo cuando el paciente ha sido sometido a vitrectomía, por el tratamiento tópico o el uso de lentes de contacto. El mecanismo fisiopatológico se explica por un aumento del metabolismo de polioles en el epitelio corneal.

La retinopatía diabética es de las complicaciones más estudiadas debido a su incidencia y las repercusiones que tiene sobre la visión. Es la causa principal de pérdida visual en países industrializados y la incidencia en México se ha encontrado de 32% para la no proliferativa de cualquier grado y 63% para la proliferativa en grupos de edad entre la

quinta y sexta décadas de la vida, siendo más frecuente en diabéticos tipo 1. Se caracteriza por una microangiopatía que lleva a oclusiones vasculares que provocan comunicaciones arteriovenosas y neovascularización, con extravasación microvascular causada por alteraciones en la barrera hematorretiniana secundaria al daño endotelial. Todo esto se manifiesta en retina con hemorragias, edema y fenómenos exudativos.

La formación de catarata en el paciente diabético se relaciona con alteraciones en el metabolismo de la glucosa por el cristalino. El metabolismo del cristalino se lleva a cabo mediante la glucólisis anaerobia principalmente, seguida de la vía de las pentosas y finalmente el ciclo de Krebs. La energía la obtiene de la glucosa en el humor acuoso que en condiciones normales pasa por difusión al interior del cristalino donde se convierte inicialmente por acción de la hexocinasa en glucosa-6-fosfato para iniciar la glucólisis anaerobia. Otro mecanismo es la vía del sorbitol que, por acción de la aldosa reductasa, transforma a la glucosa en sorbitol y éste se desvía a conversión en fructosa por la poliol deshidrogenasa para iniciar la glucólisis. Ésta última vía es la menos usada.

Los cambios en la densidad y transparencia del cristalino son provocados por acumulación del sorbitol que al encontrarse en cantidades elevadas impide la acción adecuada de la aldosa reductasa. Por lo tanto, se acumula aumentando la osmolaridad intralenticular, favoreciendo la entrada de Na^+ y provocando acúmulo de agua en el cristalino. Asimismo, provoca salida de K^+ , lo que conduce a tumescencia por hiperhidratación y opacidad de las fibras del cristalino. Se ha reportado que con un nivel de glucosa plasmática menor de 200 mg/dL la vía del sorbitol es apenas detectable en el cristalino, pero si la glucosa se encuentra por arriba de 200 mg/dL, la aldosa reductasa se satura y da paso a la vía del sorbitol, provocando las alteraciones ya explicadas

La incidencia de este tipo de catarata es del 15% en personas entre los 50 y 60 años de edad, manifestándose en pacientes con diabetes *mellitus* tipo 1 o 2 mal controlada, de acuerdo con los valores ya mencionados. Se manifiesta inicialmente como opacidades puntiformes y blanquecinas bilaterales que progresan rápidamente a opacidades totales, provocando incapacidad visual en cerca de 5 a 10 millones de personas anualmente 16

Las alteraciones metabólicas del cristalino no sólo provocan la formación de catarata. El aumento en la osmolaridad y, por lo tanto, de la densidad e hidratación del cristalino, pueden provocar cambios refractivos del mismo. Además de los cambios metabólicos secundarios a la DM, la edad contribuye a la modificación en la forma del cristalino y su relación con su poder refractivo; se ha encontrado que hay correlación entre la edad y el tiempo de evolución de la DM con el grosor y la curvatura del cristalino. En los pacientes diabéticos jóvenes hay crecimiento de la zona anterior del cristalino en comparación con pacientes sanos y en los viejos hay aumento en la convexidad del cristalino con la edad que da como resultado del aumento en el poder refractivo y, por lo tanto, una mayor tendencia a la miopía. En pacientes no diabéticos, por contraste, la tendencia es hacia la hipermetropía. Esto se explica por la llamada paradoja del cristalino, que indica que la disminución en el poder refractivo con la edad se compensa con aumento en la convexidad del mismo. Es posible que debido a esto, la miopía se considere como un factor de riesgo para el desarrollo de catarata ya que la catarata subcapsular posterior y nuclear se asocia con una refracción miópica.

Sin embargo, no se ha definido con exactitud si el paciente diabético sufre cambios refractivos miópicos o hipermetrópicos en relación con el nivel de glucosa e inclusive se ha reportado que no hay cambios refractivos en pacientes diabéticos.

Además de esto, no se ha establecido el nivel de glucosa, ya sea capilar o plasmática, en el cual ocurren cambios en el estado refractivo del cristalino. Como ya se mencionó, a partir de los 200 mg/dL de glucosa hay alteraciones en las vías metabólicas del cristalino. En un estudio realizado por Nanouk en el que se estudió el efecto de la glucosa en diabéticos tipo 1 sobre el cristalino en 301 ojos (114 pacientes con DM1, 112 con DM2 y 75 controles sanos), se encontró que la DM1 tiene mayor efecto en cuanto a la biometría del cristalino que la DM2, sobre todo en cuanto al grosor y la forma. No se observaron cambios significativos en cuanto a la refracción aunque sí tuvo tendencia a disminuir en relación con mayor edad y tiempo de duración de la DM. Sin embargo, Sonmez reportó que los niveles de glucosa en diabéticos tienen relación con alteraciones en el poder refractivo del cristalino. En su estudio comparó el estado de la refracción en diabéticos con glucemia de 300 mg/dL o más al ingreso y después de tratamiento hipoglucemiante.

El interés de este estudio radica en investigar las alteraciones en el estado de la refracción en sujetos mexicanos diabéticos tipo 2 en relación con el nivel de glucosa capilar de acuerdo con el valor referido para pacientes controlados según la ADA.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se ha detectado que ocurren cambios en el estado de la refracción del ojo cuando hay niveles de glucemia capilar mayores de 126 mg/dL, pero no se ha determinado si hay alguna relación directamente proporcional entre el nivel de glucosa capilar y la magnitud de cambio del estado refractivo del ojo.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que se realiza el procedimiento de refracción en pacientes con DM2 durante la evaluación oftalmológica de rutina y en muchas ocasiones tienen niveles de glucosa capilar elevados, lo que obliga en ocasiones a posponer dicho procedimiento por las posibles variaciones del estado de la refracción. Por ello, es de utilidad saber si hay alguna relación entre el valor de glucosa capilar y la magnitud del cambio del estado de la refracción de los ojos de estos pacientes.

OBJETIVOS

GENERALES

Conocer si ocurre alguna variación del estado de la refracción en los ojos de pacientes con DM2 si los niveles de glucosa capilar se incrementan por arriba de 126 mg/dL.

ESPECÍFICOS

Cuantificar y comparar la variación del estado de la refracción según el nivel de glucosa capilar.

Determinar si hay alguna relación entre el nivel de glucosa capilar y la magnitud del cambio del estado de la refracción ocular.

HIPÓTESIS

El nivel de glucosa capilar superior a 126 mg/dl causa cambios en el estado de la refracción ocular induciendo miopía. A mayor glucemia, mayor será el cambio en el estado de la refracción. Por tanto, puede haber una correlación positiva entre la glucemia capilar y el estado de la refracción.

UNIVERSO Y MUESTRA

Pacientes que acudieron a la Consulta de Refracción del Hospital General de México en el periodo comprendido entre marzo de 2008 y mayo de 2009, que cumplieran con los criterios descritos a continuación.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes de sexo masculino y femenino de cualquier edad
- Pacientes con DM2
- Pacientes con glucosa capilar preprandial mayor a 126 mg/dL
- Pacientes fáquicos
- Pacientes con medios refringentes transparentes

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Pacientes sin diagnóstico de DM2

- Pacientes áfacos o pseudofáquicos
- Pacientes con aumento de la densidad del cristalino
- Pacientes con cualquier tipo de catarata
- Pacientes con cualquier tipo de alteración en los medios refringentes que no permita conocer el estado de la refracción mediante retinoscopía estática
- Pacientes con diagnóstico de cualquier tipo de glaucoma

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes que no regresaran a la segunda consulta de revisión
- Pacientes que en la segunda consulta de revisión tuvieran niveles de glucosa capilar preprandial mayores que en la primera visita
- Pacientes que en la segunda consulta de revisión presentaran algún tipo de alteración en los medios refringentes que no permitiera conocer el estado de la refracción mediante retinoscopía estática

DISEÑO DE TRABAJO Y MÉTODO

DISEÑO DE TRABAJO

Observacional, prospectivo, longitudinal.

MATERIALES

- Glucómetro digital marca Lifescan modelo OneTouch SureStep
- Tiras reactivas para el glucómetro digital
- Lámpara de hendidura
- Foróptero
- Caja de lentes de prueba
- Armazón de pruebas
- Retinoscopio de banda marca Welch Allyn
- Lente de 90 dioptrías
- Cartilla de Snellen

MÉTODO

Evaluación

De cada paciente que acudió a la consulta de refracción se obtuvieron, en la visita basal, los siguientes datos de la historia clínica oftalmológica: edad, sexo, antecedente de DM2, exploración oftalmológica en la que se indicara ausencia de patología en córnea, cristalino o retina que pudiera alterar el estado de la refracción o, en caso de no haber reporte de dicha exploración, se exploró al paciente mediante biomicroscopía con lámpara de hendidura. A continuación se le practicó prueba de glucosa capilar en ayunas con glucómetro digital. En caso de tener cifras de glucosa mayores a 126 mg/dL,

se practicó esquiastopía con retinoscopio de banda y lentes de prueba, registrando los resultados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Posteriormente, se indicó al paciente continuar con mejor control glucémico y se le citó un mes más tarde (segunda visita de control) para determinar nuevamente glucosa capilar y esquiastopía, registrando nuevamente los resultados en la misma hoja de cálculo.

Manejo de los datos y análisis estadístico

Se ordenaron los pacientes si tuvieron o no cambios de la refracción, eliminando a los que no tuvieran cambios en la segunda visita. Se elaboraron tablas comparando las dioptrías de esfera y de cilindro de la primera visita con las obtenidas en la visita de seguimiento, tanto para el ojo derecho como para el izquierdo. Asimismo, se hicieron tablas comparativas entre la revisión basal y la final del equivalente esférico y la magnitud de cambio refractivo de cada ojo.

Se les dividió en tres grupos de acuerdo con el nivel de glucemia: Grupo 1 (127-199 mg/dL), Grupo 2 (200- 299 mg/dL) y Grupo 3 (≥ 300 mg/dL). Se elaboraron tablas comparativas de los valores de dioptrías de esfera y de cilindro de cada grupo tanto en la visita basal como en la segunda. Se obtuvo un promedio de la glucemia en la primera y segunda visitas.

Por último, se colocaron en una tabla de comparación los cambios refractivos encontrados en la primera y la segunda visitas.

Se utilizó la prueba estadística no paramétrica de T de Student de una cola para comparar la significancia de las diferencias entre las mediciones. El nivel de significancia (α) se estableció en 99% ($P \leq 0.01$).

RESULTADOS

DEMOGRÁFICOS

Se incluyeron 36 pacientes que acudieron a la consulta de refracción del Hospital General de México con diagnóstico de DM2 en el periodo de marzo de 2008 a junio de 2009. De ellos, 11 (30.5%) eran hombres y 25 (60.4%) mujeres, con edades de 24 a 75 años (media 54.5 años) (Figura 1). De los 36 pacientes, se eliminó uno (2.7%) por presentar, comparando con la primera visita, un aumento de la glucemia de 127 a 193 mg/dL y otros cuatro (11.1%) debido a que no tuvieron cambio en la refracción respecto de la primera visita.

Los 31 pacientes finalmente incluidos en el estudio tuvieron glucemia capilar preprandial igual o mayor que 126 mg/dL, con rango de 127 a 372 mg/dL y media de 199 mg/dL (Figura 2). De ellos, quedaron incluidos 9 en el Grupo I, 15 en el Grupo 2 y 7 pacientes en el Grupo 3 (Tabla 1).

GLUCEMIA

En la segunda visita para revisión de control se encontró una glucemia promedio de 112.4 mg/dL (rango 99 mg/dL a 166 mg/dL) (Figura 4) que comparada con la glucemia inicial mostró $P = 0.06 \text{ E-}12$ (Figura 5, Tabla 2).

En el Grupo 1, las cifras de evaluación inicial de la glucemia fueron en promedio de 194 mg/dL, de 229 mg/dL en el Grupo 2 y de 322 mg/dL en el Grupo 3 (Tabla 1, Figura 3).

RETINOSCOPIA

En el Grupo 1, la retinoscopia inicial (basal), mostró valores de esfera promedio de -0.25 dioptrías (D) en el ojo derecho de -0.05 D y en el izquierdo de -0.44 D, con cilindro promedio de -0.83 D y en ojo derecho de -1.00 D y en el izquierdo de -0.66 D. En este grupo, la segunda visita mostró valores comparativos de esfera promedio de -0.05 D con $P = 0.026888$. En ojo derecho un promedio de esfera de +0.083 D y comparando con la primera visita, $P = 0.2$. Para el ojo izquierdo se encontró un promedio de -0.66 D y $P = 0.39$. El promedio de cilindro fue -0.9 D con $P = 0.19$. En el ojo derecho, promedio de -1.02 D con $P = 0.37$ y para el ojo izquierdo el promedio fue de -0.77 con $P = 0.21$ (Tabla 3).

En el Grupo 2 el promedio de esfera en la retinoscopia basal fue -0.25 D; en el ojo derecho de -0.2D y en el izquierdo de -0.3 D. Valores de cilindro promedio de -1.18 D para el ojo derecho y de -1.06 D para el izquierdo. En la segunda visita, el promedio de esfera fue de +0.22 D con $P = 0.00000002$ al comparar con los valores esféricos iniciales. En el ojo derecho el promedio de esfera de la segunda retinoscopia fue de 0.33 D y al compararlo con la primera retinoscopia se encontró $P = 1.38$. Para el ojo izquierdo un promedio de +0.11 con $P = 0.000039$. El promedio de cilindro fue de -1.13 D con $P = 0.35$ en ojo derecho al comparar con cilindro basal. En el ojo izquierdo el promedio fue de -1.06 D con $P = 0.5$ (Tabla 4).

Para el Grupo 3, la esfera promedio en la revisión basal fue de -0.87 D con un valor promedio de -0.64 D en el ojo derecho y de -0.85 D en el izquierdo. El cilindro promedio encontrado fue de -0.72 D, con valor promedio para el ojo derecho e

izquierdo de -0.75 D. En la segunda retinoscopía los valores de esfera promedio fue de -0.42 D ($P = 0.000363$). En el ojo derecho el promedio de esfera fue de -0.25 D y al compararlo con la esfera basal $P = 0.21$. En el ojo izquierdo se encontró un promedio de esfera de -0.39 D con $P = 0.0018$. En cuanto al cilindro, el ojo derecho presentó un promedio de -0.60 D con $P = 0.11$ y el izquierdo un promedio de -0.67 con $P = 0.28$ (Tabla 5).

MUESTRA TOTAL

En la retinoscopía basal realizada a los 31 pacientes (62 ojos) se encontró, en los ojos derechos, un rango de variación de -4.00 a +2.50 D con una media de +1.25 D de esfera y de -5.5 a -0.25 D (media -0.625 D) de cilindro (Tabla 6). En los ojos izquierdos, los valores respectivos fueron de -4.00 a +3.5 D (media +1.25 D) de esfera y -6.00 a 0 D cilíndricas (media -0.25 D) (Tabla 7).

La segunda retinoscopía mostró para los ojos derechos una media de esfera de +1.00 D (rango -2.00 a +3.50 D, $P = 0.00007$) y una media de cilindro de -0.75 D (rango -5.50 a 0 D, $P = 0.35$) (Tabla 6). En los ojos izquierdos se encontró una media de esfera de +1.50 D (rango -3.75 a +4.50 D, $P = 0.00000004$) y una media de cilindro de -0.25 D (rango -6.75 a 0 D, $P = 0.44$) (Tabla 7).

EQUIVALENTE ESFÉRICO

En la visita basal, el equivalente esférico promedio para los ojos derechos fue de -0.73 D y para los izquierdos de -0.68 D. En la segunda retinoscopía, el equivalente esférico promedio para los ojos derechos fue de -0.45 D ($P = 0.0015$ vs. la primera) y para los izquierdos de -0.41 D ($P = 0.00030$ vs. la primera) (Tabla 8).

MAGNITUD DE CAMBIO

Se demostró una magnitud de cambio esférico promedio en los ojos derechos de +0.33 D y una magnitud de cambio de cilindro de +0.24 D. En los ojos izquierdos la magnitud de cambio esférico promedio fue de +0.37 D, mientras que la de cilindro fue de 0 D (Tabla 9).

DEFECTO REFRACTIVO

En la visita basal, el defecto de refracción más común en los ojos afectados fue la miopía (N=13). En orden descendente, se identificaron también casos de astigmatismo miópico compuesto con la regla (N = 8), astigmatismo mixto con la regla (N = 6), astigmatismo miópico simple con la regla (N = 5), astigmatismo hipermetrópico compuesto contra la regla (N = 5), astigmatismo miópico compuesto contra la regla (N = 4), astigmatismo miópico compuesto oblicuo (N = 3), emetropía (N = 3), astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla (N = 2) y astigmatismo hipermetrópico simple contra la regla (N = 1).

En la visita final, el defecto de refracción más común fue nuevamente la miopía (N = 10). Sin embargo, el orden y la frecuencia de otros casos fue diferente, puesto que las cifras fueron: astigmatismo miópico compuesto contra la regla (N = 7), astigmatismo mixto con la regla (N = 7), astigmatismo miópico compuesto con la regla (N = 5), astigmatismo hipermetrópico compuesto contra la regla (N = 5), astigmatismo miópico compuesto oblicuo (N = 3), emetropía (N = 3), astigmatismo hipermetrópico simple contra la regla (N = 2) y astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla (N = 1) (Figura 6, Tabla 10).

El monto promedio total de la miopía en el ojo derecho fue de 0.39 D y de 0.41 D en el ojo izquierdo.

DISCUSIÓN

La DM2 es una enfermedad crónica, con gran impacto como problema de salud pública de alta prioridad a grado de adquirir en la actualidad un carácter prácticamente epidémico. El control de la glucemia y otras manifestaciones metabólicas y clínicas de la DM2 depende de un programa sistemático de tratamiento farmacológico (hipoglucemiantes orales, insulina, otros moduladores metabólicos), dietético y de las comorbilidades, así como de modificación de hábitos de estilo de vida (actividad física para contrarrestar el sedentarismo, suspensión de otros hábitos nocivos como tabaquismo, alcoholismo, dieta sin control, etc).

Partiendo de las observaciones de que la glucemia por arriba de 200 mg/dL se asocia con aumento de la densidad y pérdida de la transparencia del cristalino, dando como resultado las alteraciones de la refracción cuantificamos estas en un grupo de pacientes con control glucémico inadecuado.

El promedio de glucemia en la primera visita en la población en estudio fue de 199 mg/dL divididos, según el nivel de la glucemia en los tres grupos. Los promedios fueron de 184 mg/dL para el Grupo 1, de 229 para el Grupo 2 y de 322 para el Grupo 3. En comparación con la glucemia promedio en la evaluación final, que fue de 112.4 mg/dL se demostró una $P = <0.01$.

Asimismo, comparando la refracción basal con la refracción en la evaluación final por Grupo, se encontró que los valores de esfera promedio fueron de -0.05 D ($P = 0.026888$), +0.22 D ($P = 0.000000002$) y -0.42 D ($P = 0.000363$) en los Grupos 1, 2 y 3,

respectivamente. Estas diferencias son estadísticamente significativas, por lo que se demuestra que incluso los pacientes con glucemia >126 pero ≤ 199 mg/dL tienen probabilidad de presentar un cambio importante en el estado de refracción, aunque de menor magnitud que aquellos con glucemia ≥ 200 mg/dL. Esto contrasta con lo ya referido que se cita en la literatura

y es un hallazgo importante debido a que alerta para procurar siempre un mejor control de la glucemia y evitar así alteraciones importantes en la refracción. Sin embargo, al comparar los valores de esfera y cilindro por ojo y por grupo, se encontró que los cambios en la esfera y cilindro de ambos ojos no fueron estadísticamente significativos. Excepto en el Grupo 2, en el que los valores comparativos de esfera en el ojo izquierdo tuvieron $P = 0.000039$.

Es también importante señalar que las variaciones significativas en la muestra de pacientes incluida en este estudio ocurrieron solamente en los valores de esfera. Esto indica que la hiperglucemia produce cambios en la forma del cristalino modificando su diámetro, mas no su curvatura, lo que explica que el defecto de refracción más común en estos pacientes haya sido la miopía. Si bien en la segunda visita —cuando había un mejor control de la glucemia— se identificó un número similar de pacientes con miopía ($N=13$ vs. $N=10$), cuya magnitud fue menor, con un monto promedio total de la miopía en el ojo derecho fue de 0.39 D y de 0.41 D en el ojo izquierdo. Este hallazgo puede contribuir a definir con mayor precisión el tipo de alteración de la refracción esperable en relación con el nivel de glucemia.

Los resultados obtenidos en este estudio no permiten determinar cuál es el nivel de glucemia capilar a partir del cual comienzan los cambios en la refracción.

No obstante, se encontraron, con glucemia por arriba del valor considerado como control satisfactorio (126 mg/dL), modificaciones en el estado refractivo del cristalino.

Se ha reportado que la DM1 tiene mayor efecto que la DM2 en cuanto a la biometría del cristalino, sobre todo en cuanto al grosor y la forma pero sin cambios significativos en cuanto a la refracción

CONCLUSIONES

Se demostró que hay cambios en la refracción de los ojos de pacientes con DM2 con glucemias capilares ≥ 126 mg/dL, lo que significa que las alteraciones en el metabolismo del cristalino ocurren incluso desde niveles de glucemia considerados hasta ahora como de control aceptable. Los cambios fueron significativos para la esfera, comprobando que el defecto de refracción predominante es la miopía.

No se puede determinar con estos resultados el nivel específico de glucemia a partir del que comienzan los cambios en la refracción.

Es necesario diseñar y conducir más estudios prospectivos al respecto con un mayor número de casos, con pacientes con otros tipos de DM y controles sanos.

ANEXOS

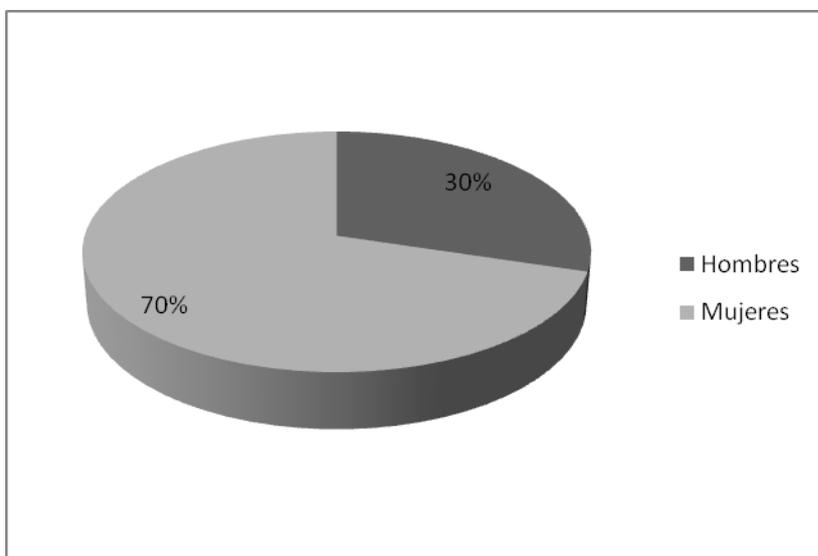


Figura 1. Relación por sexo.

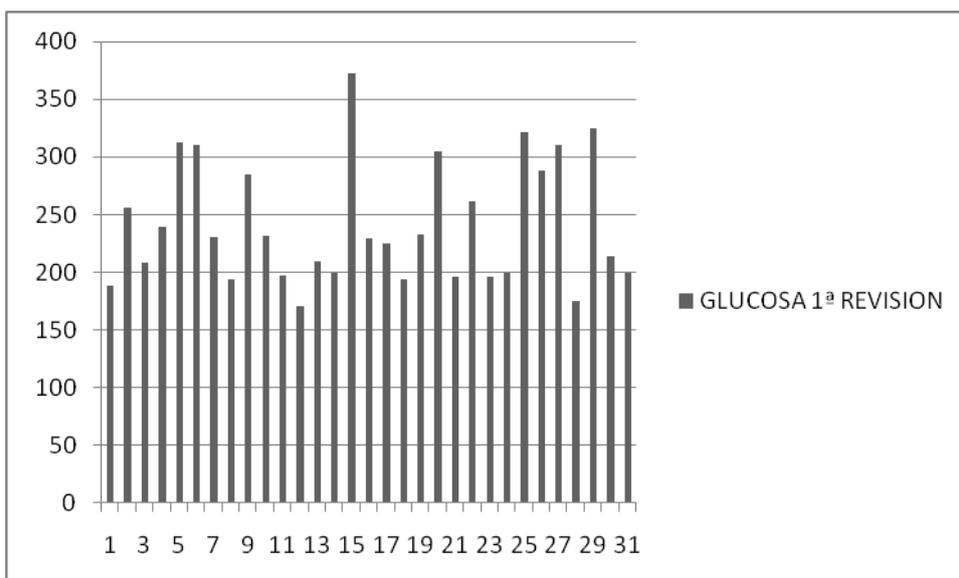


Figura 2. Valores de glucemia en la 1ª revisión.

Tabla 1. Valores de glucemia por grupo.

| | Grupo 1 (127-199 mg/dL) | Grupo 2 (200-299 mg/dL) | Grupo 3 (>300 mg/dL) |
|----------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | 188 | 256 | 312 |
| | 194 | 208 | 310 |
| | 197 | 239 | 372 |
| | 171 | 231 | 305 |
| | 199 | 285 | 321 |
| | 194 | 232 | 310 |
| | 196 | 209 | 325 |
| | 196 | 229 | |
| | 175 | 225 | |
| | | 223 | |
| | | 261 | |
| | | 288 | |
| | | 212 | |
| | | 214 | |
| | | 200 | |
| Promedio | 194 | 229 | 322.1428571 |

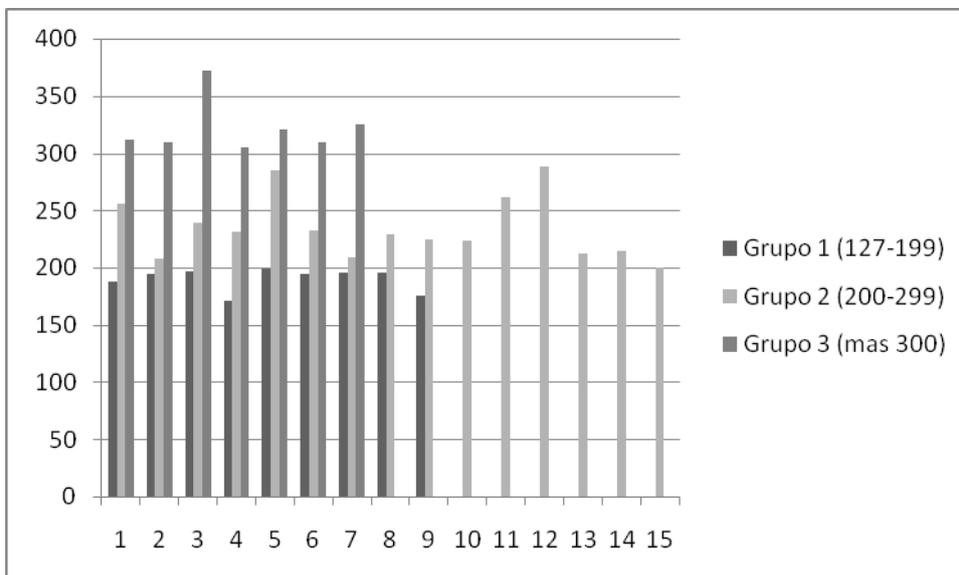


Figura 3. Comparación de valores de glucemia de acuerdo con el Grupo.

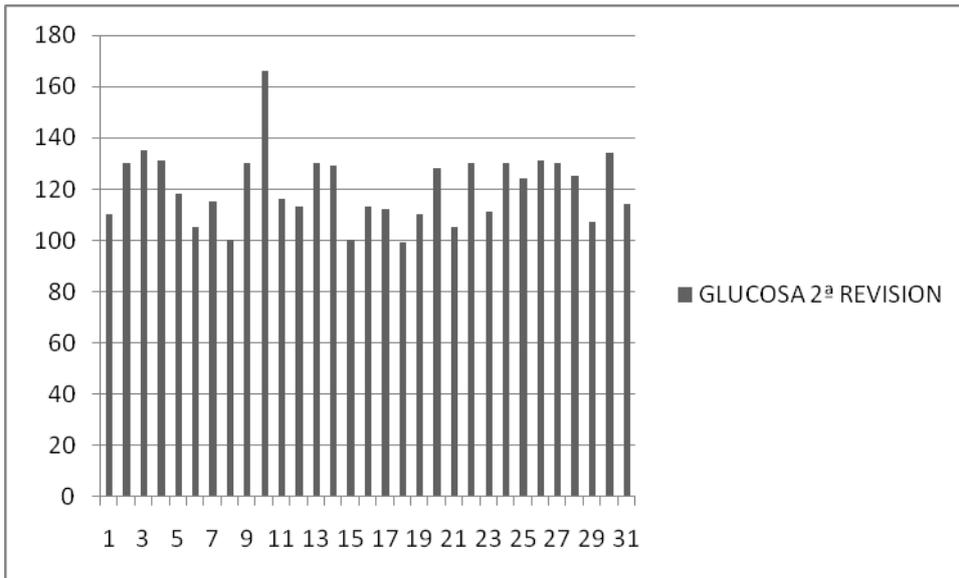


Figura 4. Valores de glucemia en la segunda revisión.

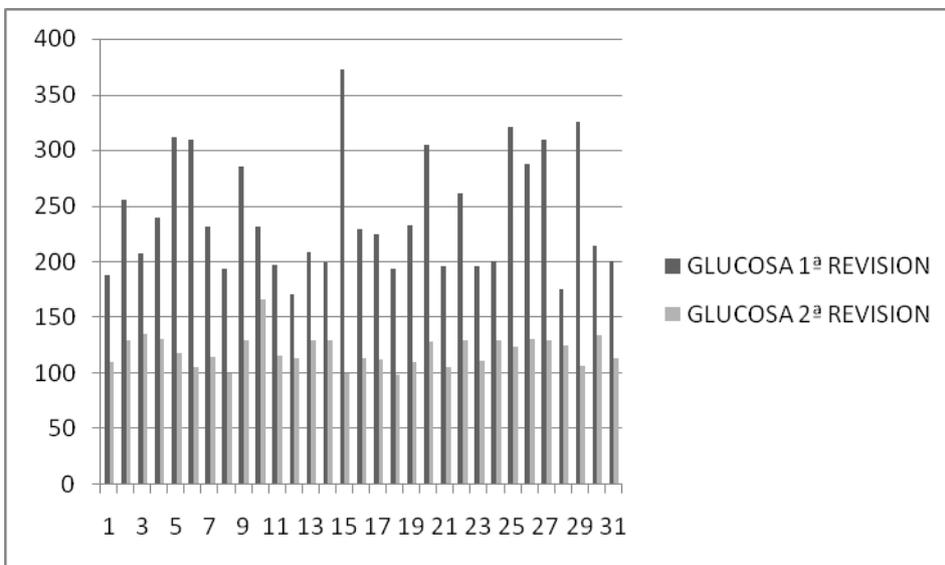


Figura 5. Comparación de valores de glucemia entre primera y segunda revisiones.

Tabla 2. Valores de glucemia en la primera y segunda revisiones.

| Glucemia 1ª Revisión | Glucemia 2ª Revisión |
|-------------------------|-------------------------|
| 188 | 110 |
| 256 | 130 |
| 208 | 135 |
| 239 | 131 |
| 312 | 118 |
| 310 | 105 |
| 231 | 115 |
| 194 | 100 |
| 285 | 130 |
| 232 | 166 |
| 197 | 116 |
| 171 | 113 |
| 209 | 130 |
| 199 | 129 |
| 372 | 100 |
| 229 | 113 |
| 225 | 112 |
| 194 | 99 |
| 233 | 110 |
| 305 | 128 |
| 196 | 105 |
| 261 | 130 |
| 196 | 111 |
| 200 | 130 |
| 321 | 124 |
| 288 | 131 |
| 310 | 130 |
| 175 | 125 |
| 325 | 107 |
| 214 | 134 |
| 200 | 114 |

Tabla 3. Valores de esfera y cilindro por ojo y de acuerdo con retinoscopía inicial y final de los pacientes del Grupo 1.

| Grupo 1 | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Esfera 1 ^a OD | Esfera 2 ^a OD | Esfera 1 ^a OI | Esfera 2 ^a OI | Cilindro 1 ^a OD | Cilindro 2 ^a OD | Cilindro 1 ^a OI | Cilindro 2 ^a OI |
| 1.25 | 1.5 | 1 | 0 | -0.25 | -0.5 | 0 | 0 |
| -2.5 | -2 | -3.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1 | -0.5 | -1 | 0 | 0 | -0.5 | 0 | -0.5 |
| 0.5 | -0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1.75 | 2 | 0 | -0.75 | -4 | -4 | -0.75 | -0.5 |
| 1 | 1.5 | 0.5 | -5 | -4.5 | -4 | -5 | -6 |
| -0.25 | -0.25 | -0.25 | 0 | -0.25 | -0.25 | 0 | 0 |
| -1.25 | -1.25 | -0.75 | -0.25 | 0 | 0 | -0.25 | 0 |

Tabla 4. Valores de esfera y cilindro por ojo y de acuerdo con retinoscopía inicial y final de los pacientes del Grupo 2.

| Grupo 2 | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Esfera 1 ^a OD | Esfera 2 ^a OD | Esfera 1 ^a OI | Esfera 2 ^a OI | Cilindro 1 ^a OD | Cilindro 2 ^a OD | Cilindro 1 ^a OI | Cilindro 2 ^a OI |
| 0.25 | 0.75 | -0.5 | -0.5 | -0.25 | -0.5 | 0 | 0 |
| -0.5 | 0 | 1.25 | 1.5 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| -1 | -0.5 | 0 | 0.5 | -4.5 | -4.25 | -0.5 | -0.5 |
| 0 | 0.5 | -0.75 | -0.5 | 0 | 0 | -0.25 | 0 |
| -0.5 | 0 | -1.25 | -0.75 | 0 | 0 | -3.5 | -3.5 |
| 3 | 3.5 | 0 | 0.5 | -5.5 | -5.5 | 0 | 0 |
| -0.5 | 1 | -0.25 | 0 | -2 | -1.5 | 0 | 0 |
| -0.75 | -0.25 | 3.5 | 4.5 | -1 | -0.25 | -6 | -6.75 |
| -1.75 | -1.5 | 0.5 | 1 | -0.25 | 0 | -0.25 | 0 |
| -1.25 | -1.25 | -1.25 | -0.75 | -1.25 | -1 | -0.75 | -0.5 |
| 0.5 | 1.5 | -3 | -2 | -0.25 | -1.75 | -0.25 | -0.5 |
| -0.75 | -0.5 | -1.25 | -1.25 | -1 | -0.75 | -1.5 | -1 |
| -2 | -1.5 | 0.75 | 1 | -1 | -0.75 | -0.5 | -1.5 |
| 0.25 | 0.75 | -0.75 | -0.5 | -0.75 | -0.75 | -1 | -0.5 |
| 2 | 2.5 | -1.5 | -1 | 0 | 0 | -0.5 | -0.25 |

Tabla 5. Valores de esfera y cilindro por ojo y de acuerdo con retinoscopía inicial y final de los pacientes del Grupo 3.

| Grupo 3 | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Esfera 1 ^a OD | Esfera 2 ^a OD | Esfera 1 ^a OI | Esfera 2 ^a OI | Cilindro 1 ^a OD | Cilindro 2 ^a OD | Cilindro 1 ^a OI | Cilindro 2 ^a OI |
| 0 | 0.25 | 0 | 0.25 | -1 | -1 | -2.5 | -2.5 |
| -4 | -3.75 | -4 | -3.75 | -1.25 | -1 | -0.75 | -0.75 |
| -0.75 | -0.25 | -1.25 | -0.75 | -1 | -0.25 | -0.75 | -0.5 |
| -1.5 | 1.5 | 0 | 1 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.25 |
| 1 | 0.75 | 0 | 0.25 | -0.75 | -0.75 | -0.75 | -0.25 |
| 0.25 | -0.75 | -0.75 | -0.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.5 | 0.5 | 0 | 0.5 | -0.75 | -0.75 | 0 | -0.5 |

Tabla 6. Comparación de 1^a y 2^a refracción en ojo derecho.

| Ojo derecho | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 ^a refracción | 2 ^a refracción |
| +1.25 = -0.25 x 180° | + 1.50 = -0.50 x 180° |
| +0.25 = -0.25 x 90° | + 0.75 = -0.50 x 90° |
| -0.50 | Neutro |
| -1.00 = -4.50 x 20° | -0.50 = -4.25 x 20° |
| -1.00 x 15° | +0.25 = -1.00 x 15° |
| -4.00 = -1.25 x 90° | -3.75 = -1.00 x 90° |
| Neutro | + 0.50 |
| -2.50 | - 2.00 |
| -0.50 | Neutro |
| +3.00 = -5.50 x 15° | +3.50 = - 5.50 x 180° |
| -1.00 | -0.50 = -0.50 x 90° |
| +0.50 | -0.50 |
| +0.50 = -2.00 x 15° | + 1.00 = - 1.50 x 15° |
| Neutro | + 0.25 |
| -0.75 = -1.00 x 90° | - 0.25 = - 0.25 x 90° |
| -1.75 = -0.25 x 50° | -1.50 |
| -1.25 = -1.25 x 108° | - 1.25 = - 1.00 x 105° |
| +1.75 = -4.00 x 10° | + 2.00 = - 4.00 x 10° |
| +0.50 = -0.25 x 100° | + 1.50 = -1.75 x 90° |
| + 1.00 = 0.50 x 90° | + 1.50 = - 0.50 x 90° |
| + 1.00 = - 4.50 x 15° | + 1.50 = - 4.00 x 15° |
| - 0.75 = - 1.00 x 180° | - 0.50 = - 0.75 x 180° |
| -0.25 = - 0.25 x 180° | - 0.25 x 180° |
| - 2.00 = -1.00 x 180° | - 1.50 = - 0.75 x 180° |
| + 0.25 = - 0.75 x 165° | + 0.75 = - 0.75 x 165° |
| + 2.00 | + 2.50 |
| - 1.50 | - 0.75 |
| -1.25 | - 1.25 |
| +0.50 = -0.75 x 90° | + 0.50 = -0.75 x 90° |
| -0.50 | -0.50 |
| + 1.25 = - 1.00 x 90° | + 1.50 = - 1.00 x 90° |

Tabla 7. Comparación de 1ª y 2ª refracción en ojo izquierdo.

| Ojo izquierdo | |
|------------------------|------------------------|
| 1ª refracción | 2ª refracción |
| +1.00 | + 1.50 |
| -0.50 x 0° | + 0.50 = -0.50 x 0° |
| -0.75 = -0.25 x 0° | -0.50 |
| -1.25 = -3.50 x 170° | -0.75 = -3.50 x 170° |
| -2.50 x 0° | +0.25 = -2.50 x 0° |
| -4.00 = -0.75 x 80° | - 3.75 = -0.75 x 80° |
| Neutro | + 0.50 |
| -3.75 | - 3.00 |
| -0.25 | Neutro |
| +3.50 = -6.00 x 170° | + 4.50 = - 6.75 x 0° |
| -1.00 | -0.50 = -0.50 x 90° |
| Neutro | -0.50 |
| +0.50 = -0.25 x 0° | + 1.00 |
| Neutro | + 0.25 |
| -1.25 = -0.75 x 90° | - 0.75 = -0.50 x 90° |
| -3.00 = -0.25 x 130° | -2.00 = -0.50 x 90° |
| -1.25 = -1.50 x 20° | - 1.25 = - 1.00 x 20° |
| -0.75 x 0° | + 0.50 = - 0.50 x 0° |
| + 0.75 = - 0.50 x 90° | + 1.00 = -1.50 x 90° |
| - 0.50 x 90° | + 1.00 = - 0.25 x 90° |
| + 0.50 = - 5.00 x 160° | + 0.75 = - 5.00 x 160° |
| - 0.75 = - 1.00 x 0° | - 0.50 = - 0.50 x 0° |
| - 0.25 | Neutro |
| - 1.50 = -0.50 x 0° | - 1.00 = - 0.25 x 0° |
| - 0.75 x 0° | + 0.25 = - 0.25 x 0° |
| + 0.75 | + 1.00 |
| - 0.75 | - 0.25 |
| -0.75 = -0.25 x 0° | - 0.75 |
| Neutro | + 0.50 = -0.50 x 90° |
| -0.50 | -0.50 x 0° |
| + 1.50 = - 0.50 x 90° | + 1.50 = - 0.50 x 90° |

Tabla 8. Total de equivalente esférico comparando 1ª y 2ª revisión de ojo derecho con ojo izquierdo.

| Equivalente esférico en dioptrías (D) | | | |
|---------------------------------------|----------------|------------------|------------------|
| Ojo derecho 1ª | Ojo derecho 2ª | Ojo izquierdo 1ª | Ojo izquierdo 2ª |
| 1.12 | 1.25 | 0 | 0 |
| 0.12 | 0.5 | -0.25 | -0.25 |
| 0 | 0 | -0.87 | 0 |
| -3.25 | -2.62 | -3 | -2.25 |
| 0 | -0.75 | -1.25 | -1 |
| -4.62 | -4.25 | -4.37 | -4.12 |
| 0 | 0.5 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| -5.25 | -6 | 0.5 | 1.12 |
| -1 | -0.75 | 0 | -0.75 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1.5 | 0.25 | 0.37 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| -1.25 | -0.37 | -1.62 | -1 |
| -1.87 | 0 | -3.12 | -2.25 |
| -1.87 | -1.75 | -2 | -1.75 |
| -0.25 | 0 | -0.37 | 0.25 |
| -0.87 | -0.5 | -1.12 | -0.5 |
| 0.38 | 0.63 | -0.5 | 0.25 |
| 0.75 | 1.25 | -0.25 | 0.88 |
| -1.25 | -0.5 | -2 | -1.75 |
| -1.5 | -0.87 | -1.25 | -0.75 |
| -0.37 | -0.12 | 0 | 0 |
| -2.5 | -1.87 | -1.75 | -1.12 |
| -0.12 | 0.38 | -0.37 | 0.12 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| -2.25 | -2.25 | -0.37 | -0.37 |
| 1.87 | 1.8 | 1.12 | 1.1 |
| -1.12 | -1.12 | -1.75 | -1.75 |
| 0 | 0 | -0.87 | 0 |
| 0.12 | 0.12 | 0 | 0.25 |
| 0 | 0 | 0 | -0.25 |
| 0.75 | 1 | 1.25 | 1.25 |

Tabla 9. Magnitud del cambio refractivo en ojo derecho e izquierdo.

| Magnitud de cambio en dioptrías (D) | | | |
|-------------------------------------|----------|---------------|----------|
| Ojo derecho | | Ojo izquierdo | |
| Esfera | Cilindro | Esfera | Cilindro |
| -0.75 | -0.25 | 0.5 | 0 |
| 0.5 | -0.25 | 0.5 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.25 | 0.25 |
| 0.5 | 0.25 | 0.5 | 0 |
| 1.25 | 0 | 0.25 | 0 |
| 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.5 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.75 | 0 |
| 0.5 | 0 | 0.25 | 0 |
| 0.5 | 0 | 1 | -0.75 |
| 0.5 | -0.5 | 0.5 | -0.5 |
| -1 | 0 | -0.5 | 0 |
| 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.25 |
| 0.25 | 0 | 0.25 | 0 |
| 0.5 | 0.75 | 0.5 | 0.25 |
| 0.25 | 0.25 | 1 | -0.25 |
| 0 | 0.25 | 0 | 0.5 |
| 0.25 | 0 | 0.5 | 0.25 |
| 1 | -1.5 | 0.25 | -1 |
| 0.5 | 0 | 1 | 0.25 |
| 0.5 | 0.5 | 0.25 | 0 |
| 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.5 |
| 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| 0.5 | 0.25 | 0.5 | 0.25 |
| 0.5 | 0 | 0.25 | 0.5 |
| 0.5 | 0 | 0.25 | 0 |
| 0.75 | 0 | 0.5 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0.25 |
| 0 | 0 | 0.5 | -0.5 |
| 0 | 0 | 0.5 | -0.5 |
| 0.25 | 0 | 0 | 0 |

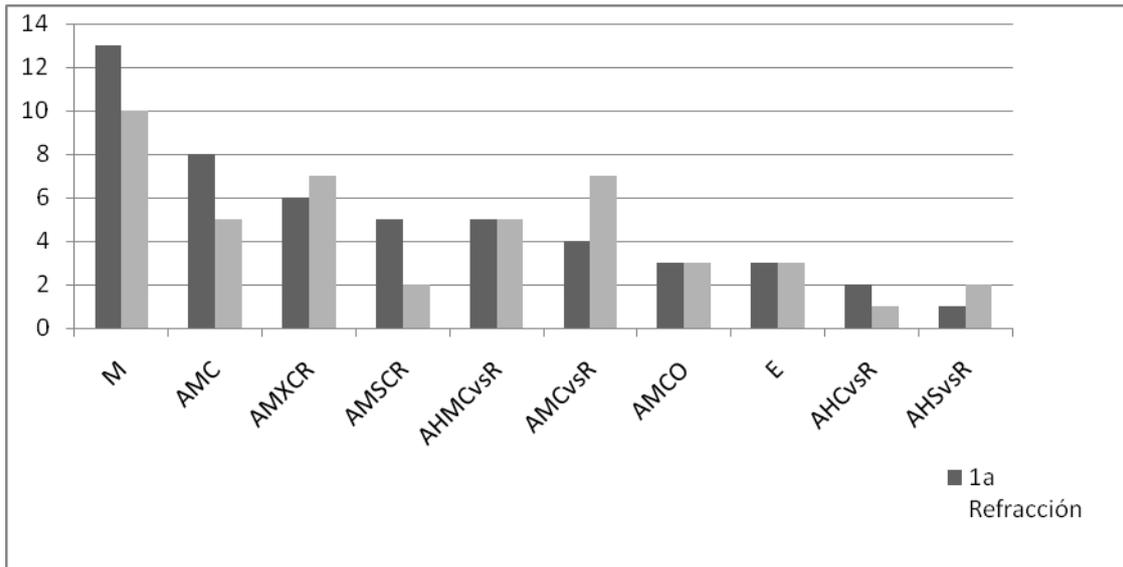


Figura 6. Representación de la frecuencia de los defectos refractivos encontrados

Miopía: M

Astigmatismo miópico compuesto: AMC

Astigmatismo miópico mixto con la regla: AMXXR

Astigmatismo miópico simple con la regla: AMSCR

Astigmatismo hipermetrópico compuesto contra la regla: AHCvsR

Astigmatismo miópico compuesto contra la regla: AMCvsR

Astigmatismo miópico compuesto oblicuo AMCO

Emetropía: E

Astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla: AHCCR

Astigmatismo hipermetrópico simple contra la regla: AHSvsR

Tabla 10. Frecuencia de los defectos refractivos encontrados.

| Defecto refractivo | 1ª visita, N | 2ª visita, N |
|---|--------------|--------------|
| Miopía | 13 | 10 |
| Astigmatismo miópico compuesto | 8 | 5 |
| Astigmatismo mixto con la regla | 6 | 7 |
| Astigmatismo miópico simple con la regla | 5 | 2 |
| Astigmatismo hipermetrópico compuesto contra la regla | 5 | 5 |
| Astigmatismo miópico compuesto contra la regla | 4 | 7 |
| Astigmatismo miópico compuesto oblicuo | 3 | 3 |
| Emetropía | 3 | 3 |
| Astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla | 2 | 1 |
| Astigmatismo hipermetrópico simple contra la regla | 1 | 2 |

REFERENCIAS

1. Harris MI, Flegal KM, Cowie CC, et al. Prevalence of diabetes, impaired fasting glucose, and impaired glucose tolerance in US adults. *Diabetes Care*. 1998;21:518-24
1. Prado-Serrano A, De Obaldía-Faruggia I, Moreno-González ME, Ortiz-Mejía Y, Camacho-Guerrero B. Prevalencia clínico-fluorangiográfica de la retinopatía diabética (1977-2004). *Rev Mex Oftalmol*. 2005;79(4): 187-92
1. American Diabetes Association. Clinical Practice Recommendations 2008. *Diabetes Care*. 2008;31(1):36-8
1. Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes *Mellitus*. *Diabetes Care*. 1997;20:1183-97
1. Nathan DM. Long-term complications of diabetes *mellitus*. *N Engl J Med*. 1993;328:676-85
1. Klein BEK, Klein R, Moss SE. Incidence on self-reported glaucoma in people with diabetes *mellitus*. *Br J Ophthalmol*. 1997;81:743-7
1. The Finland-United States investigation of non-insulin dependent diabetes *mellitus* genetics (FUSION) study. I. An autosomal genome scan for genes that predispose to type 2 diabetes. *Am J Hum Genet*. 2000; 67(5):1174-85
1. Kaji Y. Prevention of diabetic keratopathy. *Br J Ophthalmol*. 2005;89:254-5
1. Schultz RO, Van Horn DL, Peters MA, et al.. Diabetic keratopathy. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1981;79:180-9
1. Ohguro N, Matsuda M, Ohashi Y, et al. Topical aldose reductase inhibitor for correcting corneal endothelial changes in diabetic patients. *Br J Ophthalmol*. 1995;79:1074-7
1. Retinopathy Working Party. A protocol for screening for diabetic retinopathy in Europe. *Diabetic Med*. 1991;8:263-7
1. Bonafonte Royo S, García CA. Retinopatía diabética. Madrid: Elsevier, 2006
1. Tasman W, Jaeger EA. Duane`s Ophthalmology. CD Rom Edition, 2006
1. Adler M, Hart WM. Fisiología del ojo: aplicación clínica. México: Mosby, 1994
1. Palacio PC. Catarata: diagnóstico y tratamiento. México: Intersistemas, 2007
1. Klein R, Lee KE. Incidence of age-related cataract: the Beaver Dam Eye Study. *Arch Ophthalmol*. 1998;116:219-25
1. Sparrow JM, Bron AJ, Brown NA, Neil HA. Biometry of the crystalline lens in early-onset diabetes. *Br J Ophthalmol*. 1990;74:654-60
1. Huggert A. The appearance of the band of disjunction of the lens in diabetes *mellitus*. *Acta Ophthalmol (Copenhagen)*. 1953;31:227-34
1. Saunders H. A longitudinal study of the age-dependence of human ocular refraction – I . Age-dependent changes in the equivalent sphere. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1986;6:39-46
1. Garner LF, Ooi CS, Smith G. Refractive index of the crystalline lens in young and aged eyes. *Clin Exp Optom*. 1998;81:145-50
1. Lim R, Mitchell P, Cumming RG. Refractive associations with cataract: the Blue Mountains Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1999;40:3021-6
1. Wong TY, Foster PJ, Johnson GJ, Seah SK. Refractive errors, axial ocular dimensions, and age-related cataracts: the Tanjong Pagar survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44:1479-85
1. Fledelius HC. Is myopia getting more frequent? A cross-sectional study of 1416 Danes aged 16 years. *Acta Ophthalmol (Copenhagen)*. 1983;61:545-59

1. Lee KE, Klein BE, Klein R, Wong TY. Changes in refraction over 10 years in an adult population: the Beaver Dam Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002;43:2566-71
1. Guzowski M, Wang JJ, Rochtchina E, et al. Five-year refractive changes in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 2003;110:1364 -70
1. Wiemer NGM, Dubbleman M, Kostense PJ, Ringens PJ, et al. The influence of diabetes *mellitus* type 1 and 2 on the thickness, shape, and equivalent refractive index of the human crystalline lens. *Ophthalmology*. 2008;115(10):1679-86
1. Sonmez B, Bozkurt B, Atmaca A, Irkec M, Orham M, Aslam U. Effect of glycemic control on refractive changes in diabetic patients with hyperglycemia. *Cornea*. 2005;5(24):531-7