

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS

**MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS
ÁREA DE OPTOMETRÍA**

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO REFRACTIVO DE OJOS
DE INDIVIDUOS CON SÍNDROME DE DOWN Y NORMALES”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN
CIENCIAS BIOMÉDICAS ÁREA OPTOMETRÍA PRESENTA:**

LIC. OPT. GEORGINA SOTO CRUZ

TUTOR

M. EN C. RAFAÉL GARCÍA GUERRERO

CO - TUTOR

DR. JOSÉ CARLOS OROZCO BUENROSTRO

AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES, DICIEMBRE 2008

DEDICATORIAS

Quiero agradecer a Dios y a mis padres Marcelino Soto Romero y Zenaida Cruz Nieves por darme la oportunidad de crecer día con día y de buscar siempre perseguir mis anhelos, alentándome en todo momento, sin presentar obstáculo alguno aunque pensarán que tomaba una decisión errónea, siempre han creído en mí. Por supuesto todo ello me hace dedicarles el fruto de tanto esfuerzo, mi trabajo de tesis.

A mis maravillosos hermanos que me han acompañado en cada etapa de mi vida, dándome ejemplo de cómo realizar las cosas, cada uno a su manera, pero siempre fundamentado en lo que nuestros padres nos han inculcado y lo que nuestra familia ha ido construyendo con el paso de los años. Oscar, Marcelino, Eduardo, Jorge, Rosario, Roberto y Sandra. Así como a sus lindas familias que han formado, pues mis sobrinos son muy especiales.

A mi amado esposo Julio César Armas Pérez, por su apoyo incondicional que me ha mostrado desde el momento en que lo conocí, por los grandes momentos compartidos, por las dificultades superadas, pero sobre todo por el don que Dios nos ha confiado de recorrer un camino juntos poniendo ante todo el amor que nos une.

A mis grandes amigos que, a pesar de la distancia y el tiempo que no nos permite estar cerca, han dejado a buen resguardo ese tesoro que nos ha sido otorgado. Araceli y Vanesa, mis mejores amigas. Jorge y Guillermina Delgado. Ernesto mi amigo y compañero en la Maestría, por brindarme todo su apoyo e imprimir el entusiasmo que en ocasiones fue fundamental. A Enrique, por su apoyo incondicional. A Jesús, Israel, Miguel, Claudia y todas aquellas personas que en alguna etapa de mi vida han compartido momentos especiales.

A la Familia Armas Pérez y Soriano Trujillo por el apoyo técnico y moral que me brindaron para la realización de mis trabajos durante la Maestría.

A mis profesores y amigos del IPN, Julio Rodríguez Benedet, Alberto Milla Quiroz y Carlos Orozco Buenrostro por haber guiado mis pasos en el ámbito académico, creer en mí y brindarme su apoyo.

A la mejor beca que me ha sido otorgada, la atención y tratamiento de todos aquellos pacientes, pues sin su contribución no hubiese sido posible la realización de éste proyecto.

A mis alumnos del CBT No. 1, por compartir su entusiasmo, juventud y alegrías en cada clase. Que esto los motive a continuar su formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la UAA por abrirme sus puertas para la realización de la Maestría y otorgarme todas las facilidades durante la misma. Además de permitirme tener a profesores de la más alta calidad.

Al IPN por abrirme las puertas de la institución y permitirme el uso de las instalaciones de la Clínica de Optometría del CICS – UST, ya que sin este apoyo no hubiese sido posible la realización de éste trabajo.

Al MCO Rafael García por su acertada asesoría en la realización de éste trabajo. Al Dr. Carlos Orozco Buenrostro, por dedicar todo el tiempo que le fue posible para la terminación de mi tesis, así como conseguir los apoyos necesarios en el IPN.

A mis profesores de la UAA Jaime Bernal, Elizabeth Casillas, Sergio Ramírez y Rafael García por ser guías en el ámbito académico – profesional, además de alentarme a seguir mejorando día con día.

Al Dr. Luis Castillo por brindarme sus conocimientos que me permitieron abrir otro panorama a mi profesión.

**OPT. GEORGINA SOTO CRUZ
PASANTE DE LA MAestrÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS
ÁREA OPTOMETRÍA
PRESENTE**

Por medio de la presente se le informa que una vez que su trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO REFRACTIVO DE OJOS DE INDIVIDUOS CON SINDROME DOWN Y NORMALES"

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de Maestría en Ciencias Biomédicas.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"**

Aguascalientes, Ags. 10 de Diciembre 2008.


**DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**

ccp. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez/ Jefe de Departamento de Control Escolar
ccp. MCO. Rafael García Guerrero / Tutor de trabajo de tesis.
ccp. Archivo.

CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS
PRESENTE

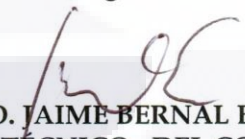
Por medio de la presente le comunico que ha sido evaluado el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO REFRACTIVO DE OJOS DE INDIVIDUOS CON SINDROME DOWN Y NORMALES."

Que presenta la pasante Georgina Soto Cruz, para obtener el grado de Maestría en Ciencias Biomédicas Área Optometría, se informa que el trabajo cumple con los requisitos solicitados por lo que por parte del consejo académico no existe inconveniente para continuar con los trámites de titulación.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"
Aguascalientes, Ags. 10 de Diciembre 2008.


MCO. JAIME BERNAL ESCALANTE
SECRETARIO TÉCNICO DEL CONSEJO ACADÉMICO
DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

ccp. Opt. Georgina Soto Cruz/ Pasante de la Maestría en Ciencias Biomédicas
ccp. MCO. Rafael García Guerrero / Tutor de Trabajo de Tesis
ccp. Archivo.

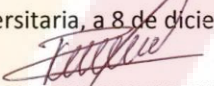
DR. ARMANDO SANTACRUZ TORRES
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS BIOMEDICAS
P R E S E N T E

Con fundamento en el artículo 105-G, Fracción VII del Reglamento General de Docencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, hago constar que el trabajo de Tesis denominado ***“Estudio Comparativo del Estado Refractivo de Ojos de Individuos con Síndrome Down y Normales”*** desarrollado por la C. Georgina Soto Cruz cumple satisfactoriamente con los requisitos vigentes para que sea presentado y defendido en el examen de grado de Maestría en Ciencias Biomédicas área Optometría.

Sin otro particular quedo de usted como su seguro servidor

ATENTAMENTE
“SE LUMEN PROFERRE”

Ciudad Universitaria, a 8 de diciembre de 2008.


M.C.O. RAFAEL GARCIA GUERRERO
TUTOR DE TESIS

c.c.p. MCO. Elizabeth Casillas Casillas, Secretaria de Investigación y Postgrado del CCB

RESUMEN

Los individuos con Síndrome Down presentan trisomía del cromosoma 21 (TS-21). Se caracterizan por tener un fenotipo anormal, entre ello retardo mental y facies aplanada. A nivel ocular presentan hendidura palpebral oblicua, epicanto, nistagmus, manchas de Brushfield y estrabismo convergente, entre otros. Los individuos con SD presentan mayor cantidad de ametropías, aunque hasta ahora no ha quedado definido cuál o cuáles son los principales tipos de ametropías y por tanto las causas de ellas en la TS-21. El propósito del presente trabajo fue evaluar la (s) mayor (es) incidencia (s) de ametropías y los parámetros oculares que son más importantes en el estado refractivo de los individuos TS-21.

METODOLOGÍA: Se utilizaron cuatro grupos, dos de individuos normales (control) y dos con síndrome Down (testigo), masculinos y femeninos, elegidos aleatoriamente. Las ametropías fueron diagnosticadas mediante retinoscopia estática. La curvatura corneal se determinó mediante el queratómetro Bauch & Lomb. La longitud axial se midió con el ecógrafo Ocuscan marca Alcon. Las significancias de las diferencias entre individuos normales e individuos Down se analizaron mediante la prueba "t" de Student. **RESULTADOS:** En el grupo TS-21 la ametropía de mayor prevalencia fue el AHC, seguido del AMX, tanto en hombres como en mujeres. Respecto a la curvatura corneal presentaron valores queratométricos mayores estadísticamente significativos ($p < 0.001$), que los controles. El tamaño del ojo fue igual o ligeramente más pequeño en individuos masculinos Down, pero igual en los grupos femeninos.

CONCLUSIONES: 1) Existe una mayor incidencia en el AHC en individuos Down 2) Las curvaturas corneales fueron mayores en las poblaciones TS-21 respecto a las normales 3) El tamaño de los ojos no fue significativamente diferente en los Down respecto a los controles 4) Por lo que estos resultados no explican la mayor tendencia al AHC de los individuos TS-21 respecto a los controles con los parámetros más significativos. Un factor refractivo independiente de las queratometrías corneales y las longitudes axiales en individuos trisómicos debe ser el responsable. Probablemente un poder refractivo menor en el cristalino. Tal vez un cristalino más plano.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Resumen.....	iii
Índice	v
Introducción	1
Capitulo 1	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Justificación	4
Capitulo 2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Cornea	5
2.2 Cristalino.....	6
2.3 Longitud axial	6
2.4 Humor acuoso.....	6
2.5 Estado de refracción	7
2.6 El ojo esquemático	11
2.6.1 Los modelos de ojos esquemáticos de Gullstrand y reducido	12
2.6.2 Emetropia.....	14
2.7 Retinoscopía	17
2.8 Queratometría.....	19
2.9 Ecografía	22
2.10 Antecedentes y Estado actual.....	24
Capitulo 3	29
3.1 Hipótesis	29
3.2 Propósitos	30
3.3 Objetivos.....	30

Capitulo 4 31

 4.1 Metodología 31

 4.2 Análisis estadístico..... 33

Capitulo 5 36

 5.1 Resultados de poblaciones abiertas..... 36

 5.2 Resultados de poblaciones seleccionadas 53

 5.3 Diferencias entre poblaciones seleccionadas..... 68

 5.4 Diferencias entre poblaciones seleccionadas..... 77

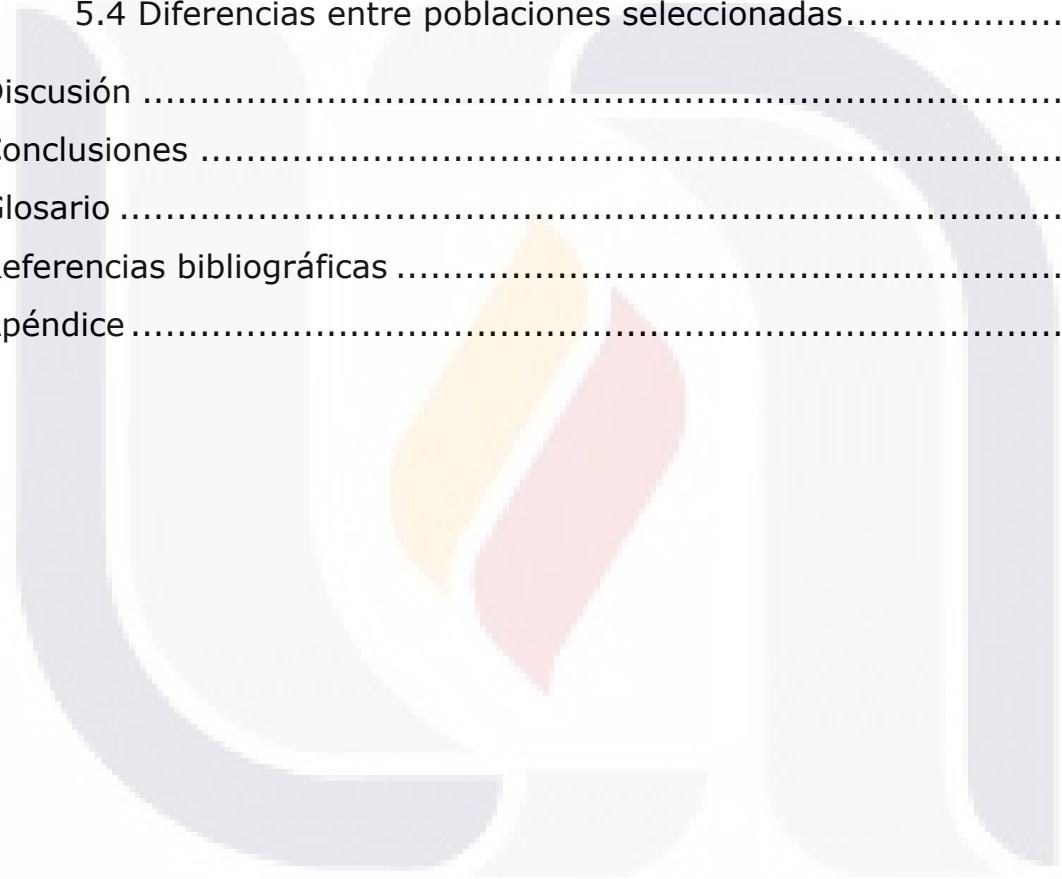
Discusión 86

Conclusiones 89

Glosario 90

Referencias bibliográficas 94

Apéndice 97



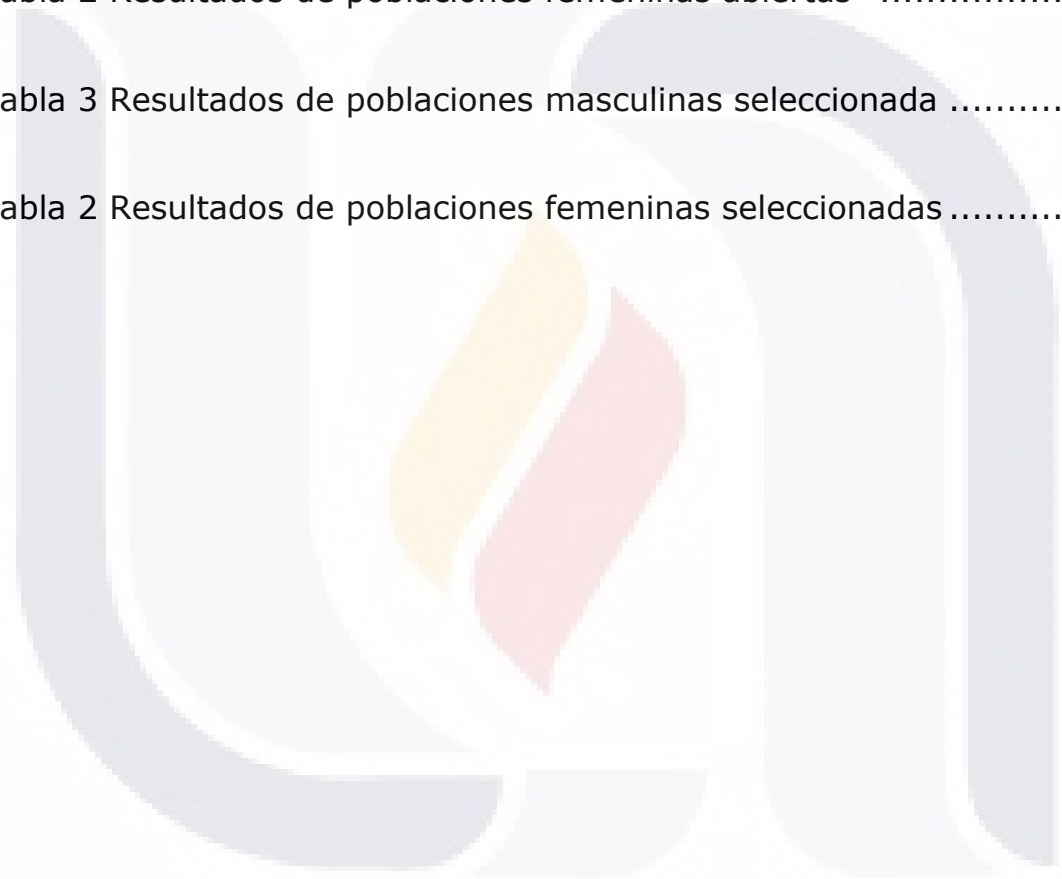
INDICE DE CUADROS

Tabla 1 Resultados de poblaciones masculinas abiertas 43

Tabla 2 Resultados de poblaciones femeninas abiertas 52

Tabla 3 Resultados de poblaciones masculinas seleccionada 60

Tabla 2 Resultados de poblaciones femeninas seleccionadas 67



INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Condiciones de los estados refractivos del globo ocular en el ser humano. Emetropia, ametropías esféricas y astigmatismos 8

Fig. 2 Ojo esquemático 11

Fig. 3 Ojo esquemático exacto de Gullstrand 12

Fig. 4 Ojo esquemático simplificado de Gullstrand 13

Fig. 5 Ojo esquemático reducido 13

Fig. 6 Ojo esquemático emétrope 15

Fig. 7 Posición en la que debe encontrarse el examinador con respecto al paciente para realizar la retinoscopía 16

Fig. 8 Retinoscopía 17

Fig. 9 Forma en la que se determina la presencia de astigmatismo en la evaluación de sus dos meridianos principales mediante la retinoscopía 18

Fig. 10 Estructura óptica del queratómetro de Bauch and Lomb 20

Fig. 11 Alineación de las miras queratométricas sobre la SCA 21

Fig. 12 Enfoque de las miras queratométricas sobre la SCA, en éste caso las miras no están alineadas 21

Fig. 13 Ecografía 22

Fig. 14 Representación de las dioptrías queratométricas horizontales y verticales de los individuos normales 37

Fig. 15 Representación de la ecografía de los individuos masculinos normales..... 38

Fig. 16 Incidencia de ametropías en individuos masculino normales.... 39

Fig. 17 Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales de individuos masculino Down 40

Fig. 18 Representación de la longitud axial de individuos masculinos Down 41

Fig. 19 Representación de la incidencia de ametropías en individuos masculinos Down 42

Fig. 20 Representación de curvaturas corneales horizontales y verticales del grupo femenino normal 46

Fig. 21 Representación de curvaturas corneales horizontales y verticales del grupo femenino normal 47

Fig. 22 Representación de incidencia de ametropías en el grupo femenino normal 48

Fig. 23 Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales del grupo femenino Down 49

Fig. 24 Representación de la longitud axial del grupo femenino Down . 50

Fig. 25 Representación de la incidencia de ametropías en el grupo femenino trisómico 51

Fig. 26 Representación de las curvaturas corneales del grupo masculino normal seleccionado 54

Fig. 27 Representación gráfica de la longitud axial de la población masculino normal seleccionada 55

Fig. 28 Representación de la incidencia de ametropías en la población masculina normal seleccionada 56

Fig. 29 Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales de la población masculina Down seleccionada 57

Fig. 30 Representación de la longitud axial de la población masculina Down seleccionada 58

Fig. 31 Representación de la incidencia de ametropías en la población masculina Down seleccionada 59

Fig. 32 Representación de las curvaturas corneales de la población femenina normal seleccionada 61

Fig. 33 Representación de la longitud axial de la población femenina normal seleccionada 62

Fig. 34 Representación de la incidencia de ametropías de la población femenina normal seleccionada 63

Fig. 35 Representación de las curvaturas corneales de la población femenina Down seleccionada 64

Fig. 36 Representación de la longitud axial de la población femenina Down seleccionada 65

Fig. 37 Representación de la incidencia de ametropías de la población femenina Down seleccionada 66

Fig. 38a Representación de las curvaturas corneales horizontales del grupo masculino normal vs. masculino Down 69

Fig. 38b Representación de las curvaturas corneales verticales del grupo masculino normal vs. masculino Down 70

Fig. 39 Representación de la longitud axial de los individuos masculinos normales vs. masculino Down 71

Fig. 40 Representación de las ametropías de los individuos masculinos normales vs. masculino Down 72

Fig. 41a Representación de las curvaturas corneales horizontales del grupo femenino normal vs. Down 73

Fig. 41b Representación de las curvaturas corneales verticales del grupo femenino normal vs. Down 74

Fig. 42 Representación de la longitud axial de los grupos femeninos normales vs. Down 75

Fig. 43 Representación de las ametropías de los grupos femeninos normales vs. Down 76

Fig. 44a Representación de las curvaturas corneales horizontales de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. Down..... 78

Fig. 44b Representación de las curvaturas corneales verticales de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. Down..... 79

Fig. 45 Representación de la longitud axial de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. masculina Down 80

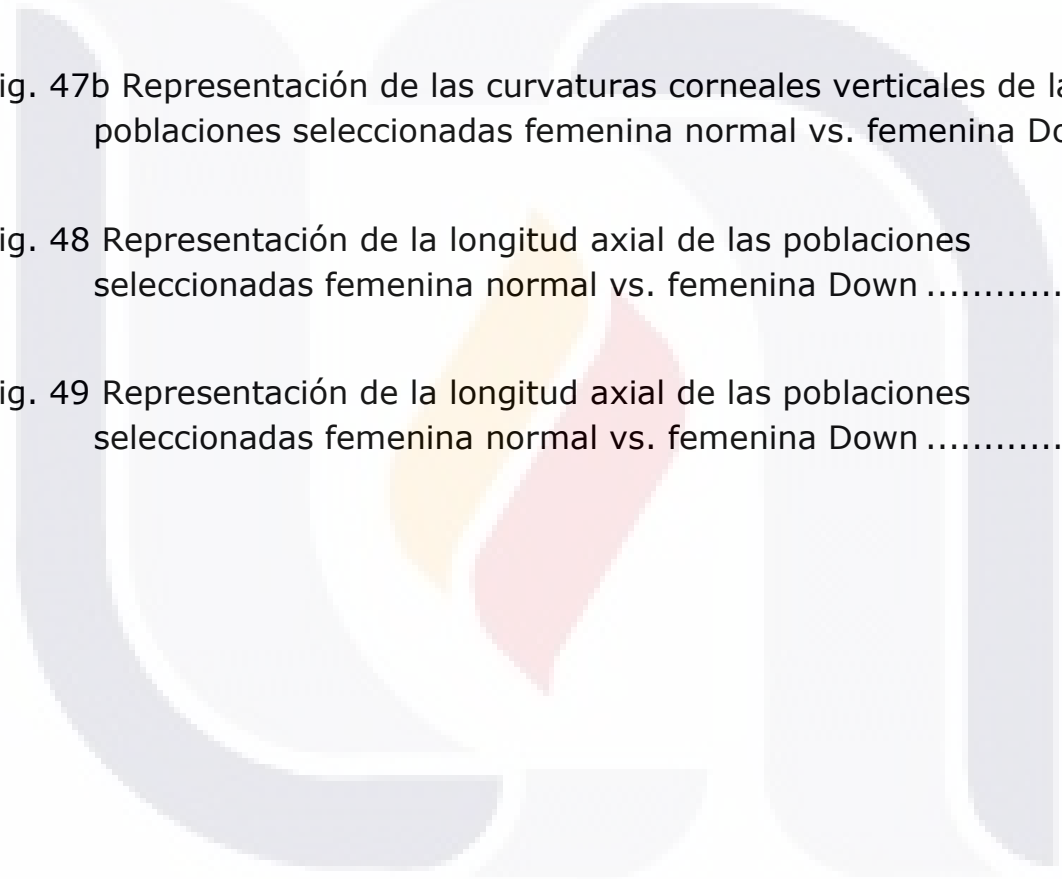
Fig. 46 Representación de la incidencia de ametropías en las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. Down 81

Fig. 47a Representación de las curvaturas corneales horizontales de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down82

Fig. 47b Representación de las curvaturas corneales verticales de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down83

Fig. 48 Representación de la longitud axial de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down 84

Fig. 49 Representación de la longitud axial de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down 85



INTRODUCCIÓN

El Síndrome de Down fue identificado por el médico inglés John Langdon Down en el siglo XIX, pero no fue sino hasta 1957 que el doctor Dr. Jerome Lejeune descubrió la razón esencial de que apareciera este síndrome; se debía a que los núcleos de las células tenían 47 cromosomas en lugar de los 46 habituales, debido a un cromosoma 21 extra. Por lo que se puede describir como una anomalía causada por la trisomía total o parcial de un cromosoma 21, condición denominada aneuploidía. Se caracteriza por retardo mental, hipotonía muscular y falta de desarrollo físico. También, presentan anomalías oculares tales como hendidura palpebral oblicua, epicanto, nistagmus, manchas de Brushfield y estrabismo convergente, entre otros. Algunos de estos rasgos han servido para diagnosticar precozmente el síndrome de Down (SD).

Por otro lado, existen estudios epidemiológicos que muestran que los individuos con trisomía del cromosoma 21 (TS-21) presentan con más frecuencia, que las personas normales, ametropías tales como astigmatismos miópicos e hipermetrópicos, así como miopía e hipermetropía puras. Estas se conocen como ametropías y producen visión borrosa. La hipótesis más aceptada para explicar estas anomalías fenotípicas del síndrome de Down es la sobreexpresión de los genes contenidos en el cromosoma 21, como la alfa cristalina y la A beta pp^{4,11}. Lo que se conoce como hipótesis de la dosis genética por más sobreexpresión debida al cromosoma extra. Hay evidencias que otros factores, además de la trisomía 21, también contribuyen a producir las alteraciones fenotípicas, como enfermedades, edad, sexo, grupo étnico, condiciones socioeconómicas, y con ello afectan la frecuencia de las diferentes anomalías.^{2, 8} Lo anterior es debido a que los individuos con SD son muy sensibles a las agresiones ambientales a lo largo de su vida, más que los individuos normales.

Una de las causas principales de la disminución de la agudeza visual es la presencia de ametropías⁶. Debido a que algunos estudios reportan que los individuos con síndrome Down presentan una alta incidencia de dichas ametropías, es de gran importancia biomédica, económica y social el estudio de las mismas. Esto contribuirá a que muchos de estos individuos tengan diagnósticos más precisos y por ende mejores tratamientos. Lo que tendrá un efecto muy importante en su calidad de vida.

El síndrome de Down es una población en la que ha sido fuertemente debatido cuál o cuáles son las ametropías más frecuentes, si los astigmatismos miópicos o hipermetrópicos^{5, 9, 15}.

El objetivo del presente estudio es doble: Primero, establecer cuál es la ametropía más frecuente en la población abierta Down respecto a la población normal; Segundo ¿cuáles son los parámetros más afectados en el SD que producen las ametropías más frecuentes en ésta población? Por ello se medirán los dos factores más importantes del estado refractivo: curvaturas de la córnea y la longitud axial. En los dos grupos mencionados.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPÍTULO 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo anterior, las ametropías dependen de factores tales como, curvatura corneal, poder de refracción del cristalino, longitud del globo ocular, así como el índice de refracción de los medios, por lo que surge la interrogativa de ¿el síndrome Down, provoca mayor prevalencia en alguna o algunas de las ametropías?, ¿cuáles son los factores que pueden estar afectados en éstos individuos que se relacionen con la presencia de dichas ametropías?

Hasta ahora no ha quedado claro cuáles son los principales tipos de ametropías y sus causas en la TS-21, si los astigmatismos miópicos o hipermetrópicos o las ametropías puras en el SD. Algunos autores proponen que son eminentemente miópicos¹⁰, mientras que otro grupo que son hipermetrópicos^{2, 16}. Además no existe ningún estudio que realice una caracterización en conjunto de los elementos refractivos en un mismo grupo problema. En el presente estudio se evaluarán la incidencia de ametropías, así como sus posibles causas en el grupo TS-21, tomando otro grupo de individuos normales como control.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las ametropías son unas de las causas principales de reducción de la agudeza visual en individuos normales y en cerca de 150 000 individuos con Síndrome de Down en México, la incidencia es de 1/ 700 nacimientos. Lo que conduce a una inducción de baja de agudeza visual que no se corrige con anteojos. Condición que se conoce con el nombre de ambliopía. Esto a su vez retarda su capacidad de aprendizaje y cognoscitiva. Estos individuos representan un problema médico, económico y social importante para el individuo, su familia y la sociedad. Lo que requiere de grandes cantidades de recursos económicos para una educación especializada y de una atención privilegiada. Por lo que el estudio de la incidencia de ametropías y sus posibles causas es de gran importancia biomédica, económica y social y sobre todo este estudio permitirá que muchos de los individuos trisómicos reciban diagnósticos y tratamientos adecuados. Contribuyendo así a elevar su calidad de vida.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

Es importante conocer cada uno de los elementos que intervienen en el estado refractivo del ojo, como son: córnea, humor acuoso, cristalino y la longitud axial.

2.1 CÓRNEA

La córnea es una importante porción anatómica del ojo. Es la estructura hemisférica transparente localizada al frente del órgano ocular, y que permite el paso de la luz al ojo, que protege al iris y cristalino.

Tiene forma elipsoidal, con un diámetro medio de 11,5; un espesor central es de 0,5mm (500 micras) y el periférico de 0.8 mm. El radio de curvatura es de 7,84mm aproximadamente.

La córnea posee propiedades ópticas de refracción significativas, representando cerca de 2/3 de la capacidad de enfoque del ojo, es convexa-cóncava con aproximadamente 48 dioptrías en la cara anterior y 4 o 5 dioptrías en la posterior, lo que hace que la córnea, tenga una potencia de aproximadamente 44 dioptrías. La córnea consta de 3 capas: la más externa es el epitelio corneal, la media es el estroma(la capa más ancha de las 3) y la más interna es un endotelio, que es de una sola capa. Posee 2 membranas que separan el estroma de las otras dos capas corneales. Son la membrana de Descemet que separa el estroma del endotelio o capa más interna y la membrana de Bowman que separa el estroma del epitelio.

Es también uno de los pocos tejidos del cuerpo que no posee irrigación sanguínea alguna (no posee vasos sanguíneos), pero si está inervado (tiene sensibilidad), ya que es la porción anatómica del cuerpo humano que posee más terminaciones nerviosas sensoriales. Se nutre de la lágrima y del humor acuoso.

2.2 CRISTALINO

El cristalino es una lente biconvexa que se sitúa detrás del iris y delante del humor vítreo. Su propósito principal consiste en permitir enfocar objetos situados a diferentes distancias. Este objetivo se consigue mediante un aumento de su curvatura y de su espesor, proceso que se denomina acomodación. El cristalino se caracteriza por su alta concentración en proteínas, que le confieren un índice de refracción más elevado que los fluidos que lo rodean. Este hecho es el que le otorga su capacidad para refractar la luz, ayudando a la córnea a formar las imágenes sobre la retina.

2.3 LONGITUD AXIAL

La longitud axial o eje anteroposterior del ojo, es la distancia que hay entre la córnea y la retina. Lo que se considera de gran relevancia en el estado refractivo del ojo, ya que dependiendo del tamaño es el punto de enfoque según el poder refractivo de las lentes de córnea y cristalino.

2.4 HUMOR ACUOSO

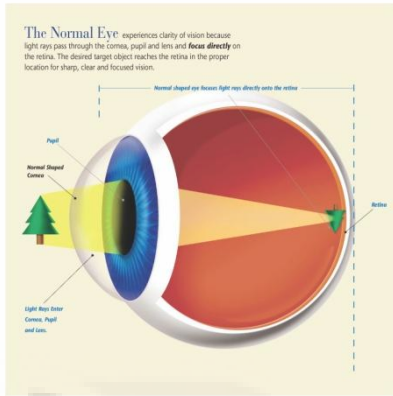
El humor acuoso es un líquido claro que fluye por la cámara anterior (entre la córnea y el iris) y la cámara posterior (entre iris y cristalino). La circulación del humor acuoso provee los elementos necesarios para el metabolismo de los tejidos avasculares como la córnea y el cristalino. El humor acuoso sale de la cámara anterior a través del aparato de drenaje del humor acuoso que está situado en el tejido limbar vecino al ángulo iridocorneal. Está constituido por el trabéculo y por el canal de Schlemm y sus ramificaciones esclerales denominadas canales colectores que posteriormente se exteriorizan y anastomosan al plexo venoso episcleral. El trabéculo es una malla formada por trabéculas y espacios que se comunican con la cámara anterior en su límite interno. Hacia afuera el trabéculo limita con el canal de Schlemm que es un conducto circular situado en la región limbar hacia el cual pasa el humor acuoso que posteriormente es llevado por las

ramificaciones hacia el exterior. El equilibrio entre la producción y la eliminación del humor acuoso determina la presión ocular, una de las constantes fisiológicas del ojo. La presión ocular normal ocupa un rango entre 10 y 19 mmHg, el promedio de la presión ocular es 16 mm Hg.

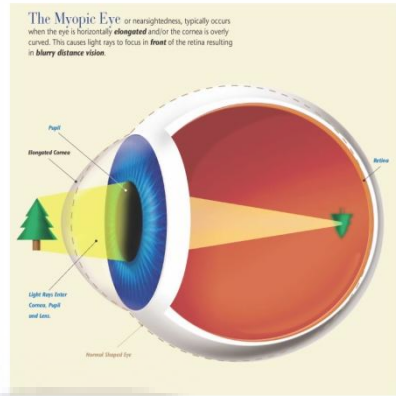
Por la distancia que hay entre la cara posterior de la córnea y la cara anterior del cristalino, así como su índice de refracción, el humor acuoso influye en el estado refractivo, aunque en forma mínima.

2.5 ESTADO DE REFRACCIÓN

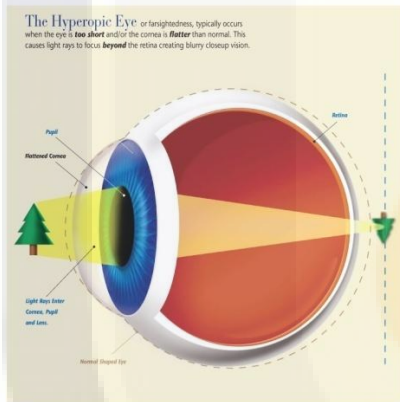
El estado refractivo del ser humano es el resultado de la relación entre el sistema óptico (córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo) y la longitud axial. Esta relación determina la posición del foco principal respecto a la posición de la retina cuando la acomodación está inactiva. La coincidencia del foco principal, con la posición de la retina, produce la emetropía (Fig. 1 A), donde la visión es clara.



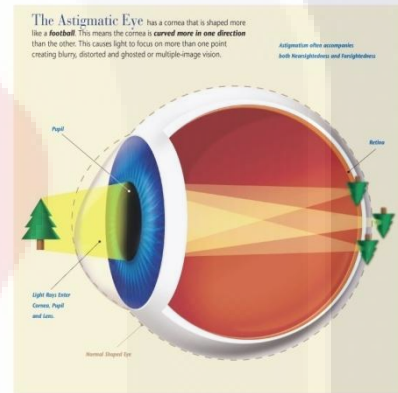
A) Emotropía: Enfoque en retina, que provoca visión clara.



B) Miopía: Enfoque delante de retina



C) Hipermetropía: Enfoque virtual detrás de la retina



D) Astigmatismo: Enfoque en varios puntos de la retina, delante o detrás de ella.

Figura 1. Condiciones de los estados refractivos del globo ocular en el ser humano. Emotropías, ametropías esféricas y astigmatismo.

Por otro lado, cuando no coincide el foco principal del ojo con la retina, da como resultado las anomalías refractivas, ametropías o errores de refracción.¹⁹ Las ametropías se denominan según se altere el equilibrio entre dichos parámetros. Por ejemplo, la miopía se define como el estado de refracción estática en el que rayos paralelos provenientes del infinito, enfocan por delante de la retina, dado que el poder de convergencia es mayor y el punto focal es menor que la distancia a la retina. (Fig. 1 B) También puede presentarse miopía cuando el ojo es grande respecto a la distancia focal.

La hipermetropía se define como un estado de la refracción estática en el que rayos paralelos provenientes del infinito, enfocan en un punto virtual que se encuentra por detrás de la retina. (Fig. 1 C) Lo que sugiere que el punto de convergencia es mayor que la distancia a la retina debido a un poder dióptrico menor que el normal. Lo mismo ocurriría si la longitud ocular es menor respecto a la distancia del foco ocular.

Las dos ametropías anteriores se producen cuando la córnea es un segmento de esfera regular. El astigmatismo es una condición en la que no existe un punto focal para todos los meridianos de la córnea, porque esta no es un segmento de una esfera, sino un segmento de un ovoide. (Fig. 1 D) La mayoría de los astigmatismos se presentan porque las dos curvaturas principales perpendiculares entre sí tienen poder refractivo diferente. De esto resulta que el punto focal no se forma en un mismo lugar, sino que en una sucesión de puntos, que forman dos meridianos principales en la retina, perpendiculares entre sí, como se dijo. Uno con mayor poder de refracción que el segundo, debido a que el primero tiene menor radio de curvatura que el otro.

Los astigmatismos a su vez se clasifican de acuerdo a la posición de los focos principales. El astigmatismo, se divide en varios tipos, según se sitúen las dos líneas de enfoque de los dos meridianos principales, ya sea por detrás o por delante de la retina, encontrándose de la siguiente manera:

1.- Astigmatismo Hipermetrónico Simple (AHS): En el que uno de los meridianos enfoca en un punto virtual situado por detrás de la retina, y otro enfoca exactamente en la retina.

2.- Astigmatismo Hipermetrónico Compuesto (AHC): En el que los dos meridianos enfocan en puntos virtuales situados por detrás de la retina.

3.- Astigmatismo Mixto (AMX): En el que un meridiano enfoca por delante de la retina, y el otro por detrás de la retina.

4.- Astigmatismo Miópico Simple (AMS): En éste astigmatismo uno de los meridianos enfoca por delante de la retina y otro exactamente en la retina.

5.- Astigmatismo Miópico Compuesto (AMC): Finalmente en éste, los dos meridianos enfocan por delante de la retina.

De tal manera que se diagnostica el tipo de la ametropía en el grupo de estudio, agrupándolos por tipo de ametropía de mayor frecuencia.

El punto de enfoque tiene que ver con el sistema óptico del ojo en el que se involucran principalmente cuatro aspectos (ver Fig. 2), que son:

1.- Curvatura corneal (H)

2.- Profundidad de cámara anterior (H - N)

3.- Poder del cristalino y su índice de refracción (N)

4.- Longitud axial del globo ocular (H a Fp)

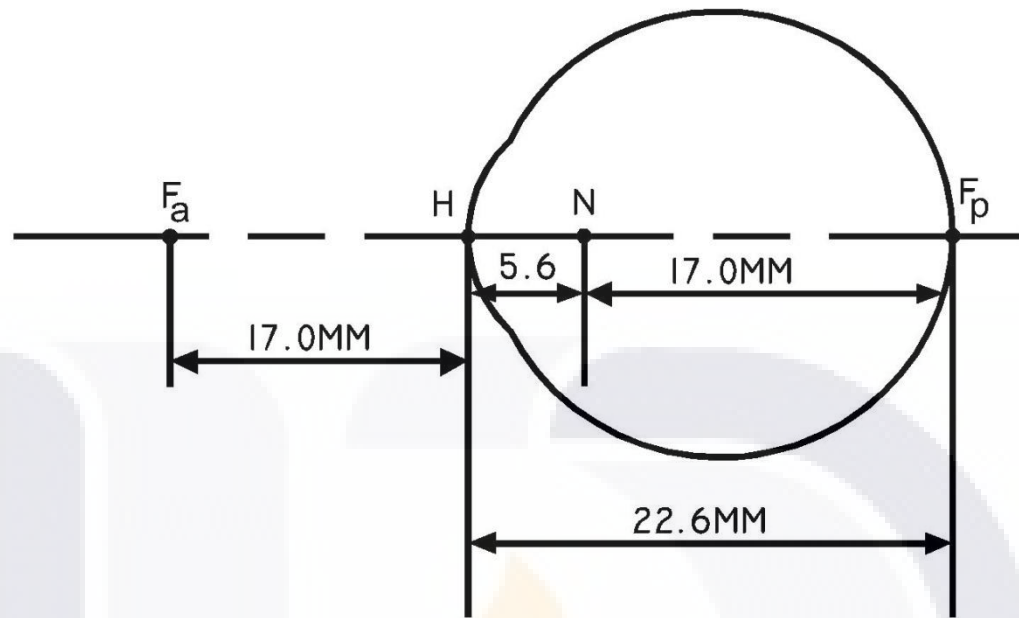


Figura 2. Ojo esquemático

Los elementos que determinan mayormente el poder refractivo del ojo son: córnea, con aproximadamente 45 Dioptrías Queratométricas (DK) y el cristalino con 17 D. los otros aunque funcionan como lentes su poder refractivo es mínimo y como ya se dijo todo esto en relación con la longitud axial.

2.6 EL OJO ESQUEMÁTICO

El ojo es un sistema óptico complejo que consiste en varias superficies refractivas. En algunos casos es importante la utilización del ojo esquemático que se conoce como complejo, pero para cuestiones prácticas es útil el ojo esquemático simplificado.

2.6.1 MODELOS DE OJOS ESQUEMÁTICOS DE GULLSTRAND Y REDUCIDO

El ojo de Gullstrand, también referido como *ojo exacto*, tiene seis superficies refractivas: las superficies anterior y posterior de la córnea ($n = 1.376$), la corteza del cristalino ($n = 1.387$) y el núcleo del cristalino ($n = 1.406$). Ver fig. 3. Mientras que el ojo simplificado de Gullstrand, tiene solo tres superficies: una sola superficie corneal y dos superficies del cristalino. Ver fig. 4

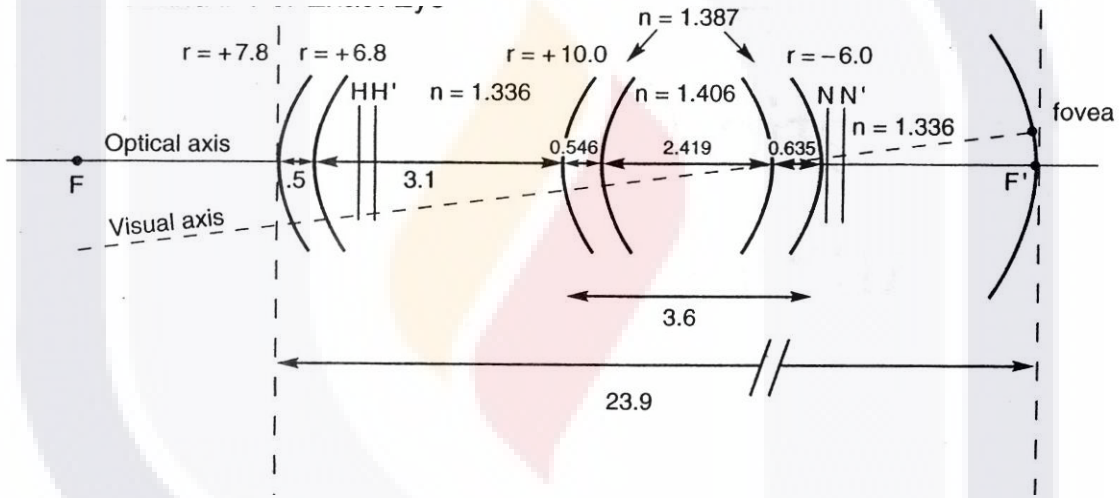


Figura 3. Ojo esquemático exacto de Gullstrand

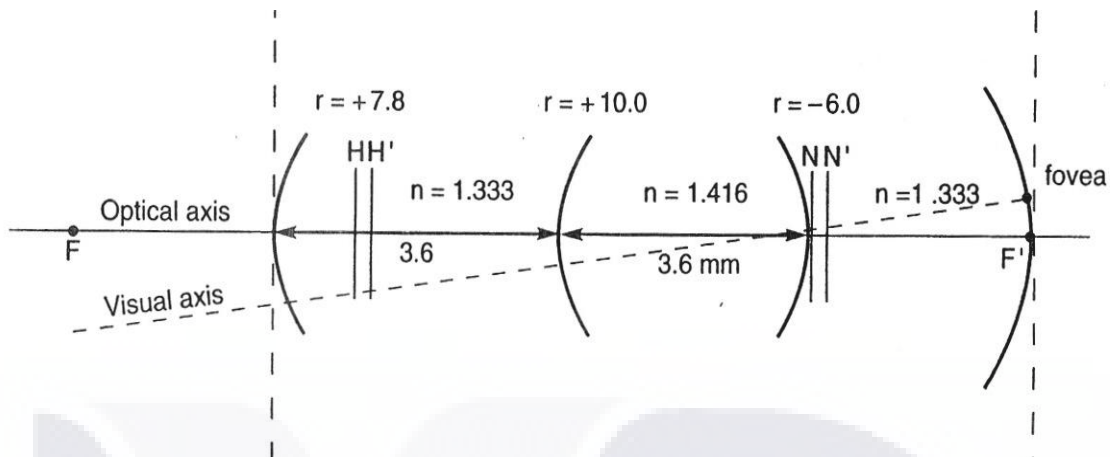


Figura 4. Ojo esquemático simplificado de Gullstrand

Para cuestiones prácticas se utiliza el ojo reducido (ver fig. 5) para el cuál toda la refracción ocurre en una sola superficie. Esta superficie separa el aire del humor acuoso ($n = 1.333$) y se localiza a 1.67 mm de diferencia de la superficie corneal de ambos ojos de Gullstrand, el exacto y el complejo. Existe un punto nodal simple localizado al centro de la curvatura de la superficie refractiva (radio = 5.55 mm).

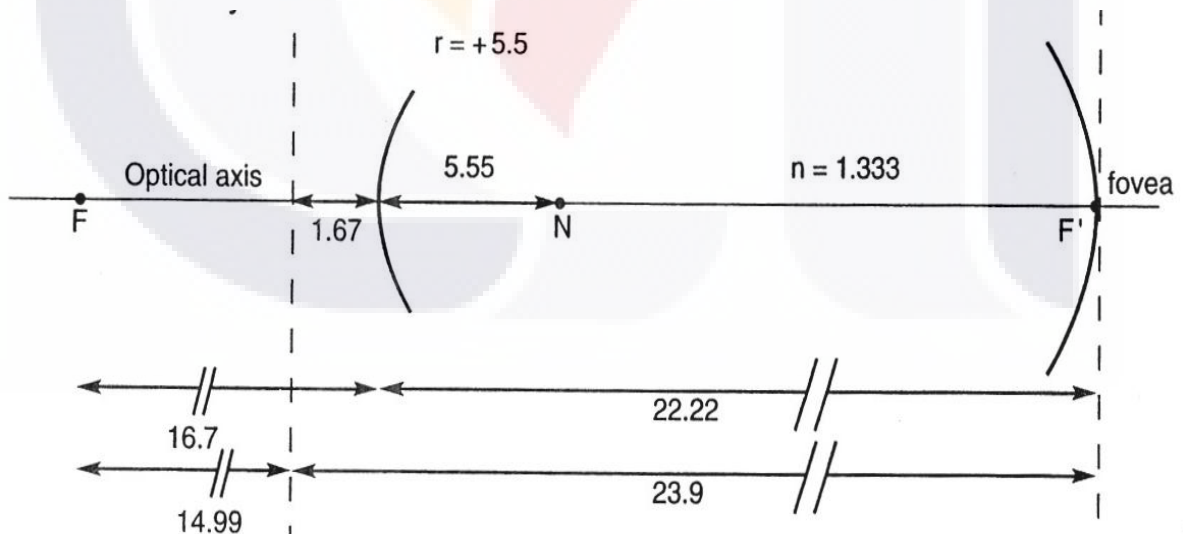


Figura 5. Ojo esquemático reducido

2.6.2 EMETROPIA

En un ojo emétrope, la imagen se enfoca exactamente en la retina, para calcular la distancia, se calcula primero el poder de la superficie refractiva del ojo reducido.

$$P = \frac{n - n'}{r}$$

Donde P = poder refractivo

n = índice de refracción del ojo

n' = índice de refracción del aire

por lo tanto

$$P = \frac{1.333 - 1}{0.00555} = +60.00 D$$

Supongamos entonces, que rayos paralelos provenientes del infinito inciden en la córnea del ojo esquemático, entonces la vergencia incidente es cero, por lo que se refractará con una vergencia de +60.00 D. se desplazará en un medio de índice de refracción 1.333, por lo que podremos conocer el punto focal con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{n}{f}$$

Donde D = poder refractivo

n = índice de refracción del ojo

f = punto focal

por lo que

$$f = \frac{n}{D} = \frac{1.333}{+60.00D} = 22.22mm$$

El objeto se enfocará a 22.22mm de distancia de la superficie refractiva, por ello se considera que el ojo es emétrope, es decir, tiene su punto de enfoque exactamente sobre la retina (Ver fig. 6). Lo que provocaría al paciente una visión clara.

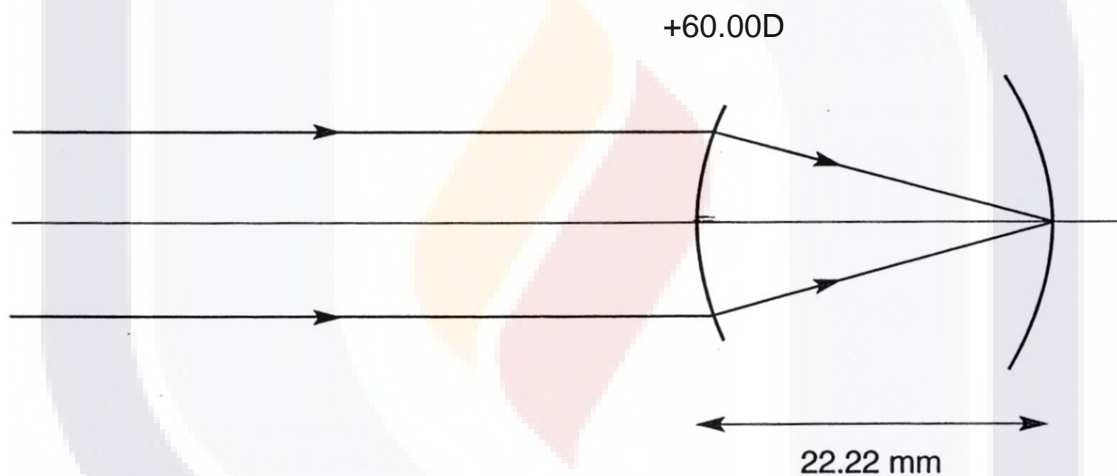


Figura 6. Ojo esquemático emétrope

Si seguimos este procedimiento podemos calcular la ametropía promedio que presentarían cada uno de los cuatro grupos que se estudiaron, respecto de su curvatura corneal y longitud axial, asumiendo un mismo poder dióptrico para el cristalino (+16.00D).

Es de gran importancia conocer las pruebas, mediante las cuales se evaluarán los parámetros más importantes de la refracción.

2.7 RETINOSCOPIA

La retinoscopia es una técnica objetiva para la investigación, diagnóstico y valoración de los defectos de refracción oculares o ametropías. La retinoscopia estática es aquella en la que en condiciones normales no se esta estimulando la acomodación refleja (Ver fig. 7). Consiste en proyectar un haz luminoso en forma de franja sobre el ojo, utilizando un espejo con apertura central, a través de la cuál el examinador puede observar la pupila del ojo examinado. (Ver fig. 8)

La luz que penetra en el ojo provoca un pequeño haz luminoso que se refleja en la retina que actúa como fuente secundaria de luz. Esta es precisamente la que aprovecha el examinador para valorar el estado de refracción del ojo que se estudia.

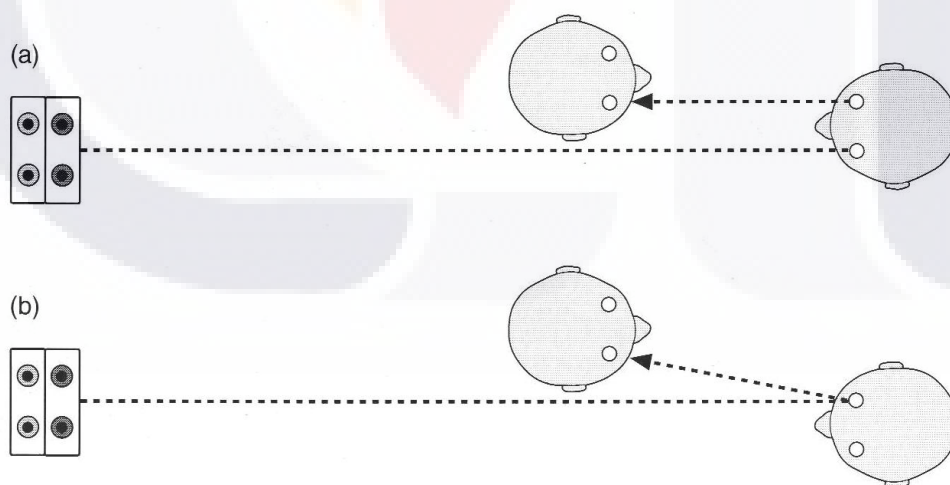


Figura 7. Posición en la que debe encontrarse el examinador con respecto al paciente al realizar la retinoscopia.

El propósito del examinador consiste en anular los movimientos observados en la luz reflejada cuando se mueve la franja de luz y simultáneamente se interponen lentes de diferente poder. Cuando las lentes que se utilizan para este proceso son de mayor poder que los elementos refractivos del ojo la luz reflejada se mueve en la misma dirección en la que se mueve el haz de luz del retinoscopio. A esto se le llama movimientos “con”. En caso contrario cuando el poder de las lentes es menor que la del ojo, la luz reflejada se mueve en dirección contraria a la del retinoscopio. A esto se le llama movimientos “contra”. Finalmente cuando el poder es igual a la del ojo la luz reflejada no se mueve. A esta condición se le llama neutralización, y la lectura de la lente nos da el poder refractivo del ojo y con ello la ametropía.

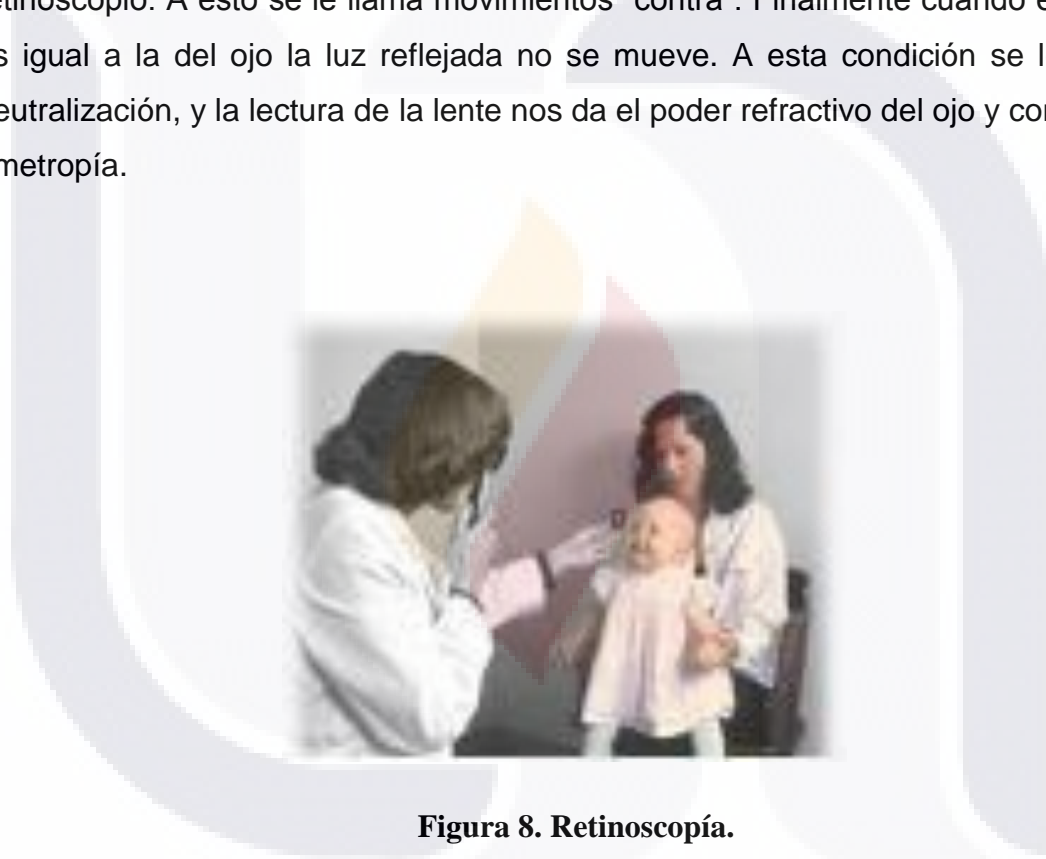


Figura 8. Retinoscopía.

En la hipermetropía el punto remoto del ojo examinado se sitúa más allá de la retina. Mientras que en la miopía se encuentra en un punto situado por delante de la retina.

El ojo astigmático refracta los rayos luminosos de una manera diferente; el grado de refracción depende del meridiano por el que penetran y del grado de astigmatismo. Las imágenes más nítidas proceden de dos meridianos, que son los de máxima y mínima potencia refractiva. Ver fig. 9.

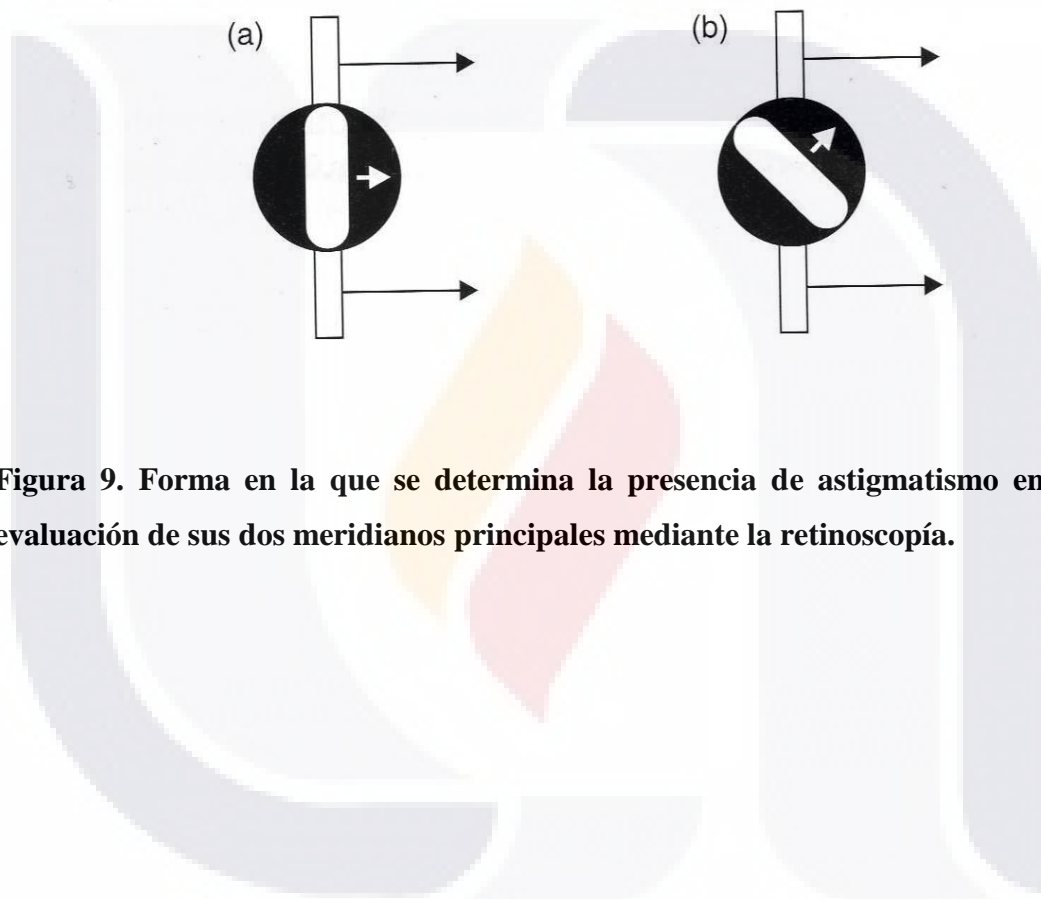


Figura 9. Forma en la que se determina la presencia de astigmatismo en la evaluación de sus dos meridianos principales mediante la retinoscopia.

2.8 QUERATOMETRÍA

Por otro lado, el poder dióptrico de la superficie externa de la córnea se toma por medio del queratómetro Bauch & Lomb. El cual proporciona la medida en Dioptías queratométricas. Las cuales están relacionadas con el radio de curvatura corneal. Conforme la curvatura es más acentuada el radio de curvatura es más pequeño y el poder dióptrico mayor, según la siguiente fórmula:

$$DK = \frac{n' - n}{r}$$

Donde DK = Dioptías queratométricas

n' = índice de refracción de la lágrima

n = índice de refracción del aire

r = radio de curvatura.

De ésta fórmula también se puede observar que el poder dióptrico depende de la diferencia de índices de refracción aire y lágrima, que es grande (1.3375 para la lágrima y 1 para el aire).

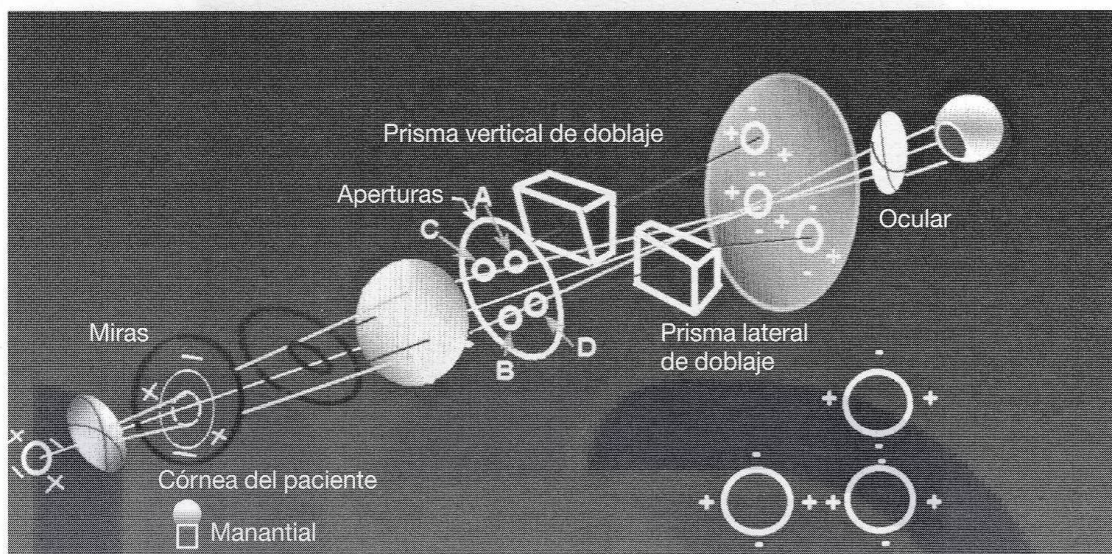


Figura 10. Estructura óptica del queratómetro de Bausch y Lomb

El queratómetro Bauch & Lomb tiene la forma de cañón, por donde se proyecta la luz que va a parar al ojo del paciente. Su funcionamiento básico es el siguiente: con el paciente colocado mirando de frente por la mirilla del queratómetro, un rayo de luz viaja por el aparato hasta reflejarse de una manera determinada en un espejo convexo, que es la córnea. (Ver fig. 10) Esta reflexión separa la imagen del objeto. Esta separación depende de la curvatura de la córnea. La cuál se mide por la amplitud de giro de la perilla que, está calibrada en dioptrías queratométricas, con el fin de juntar ambas imágenes. (Ver fig. 11) De hecho el aparato proporciona dos imágenes, una que corresponde el meridiano más curvo de la córnea y otro perpendicular a éste que marca el más plano. Esto proporciona la que la curvatura de los ejes principales de la córnea. (Ver fig. 12) El aparato está calibrado a un índice de refracción de 1.3375 que es el de la lágrima, gracias a la cual se puede obtener el reflejo.

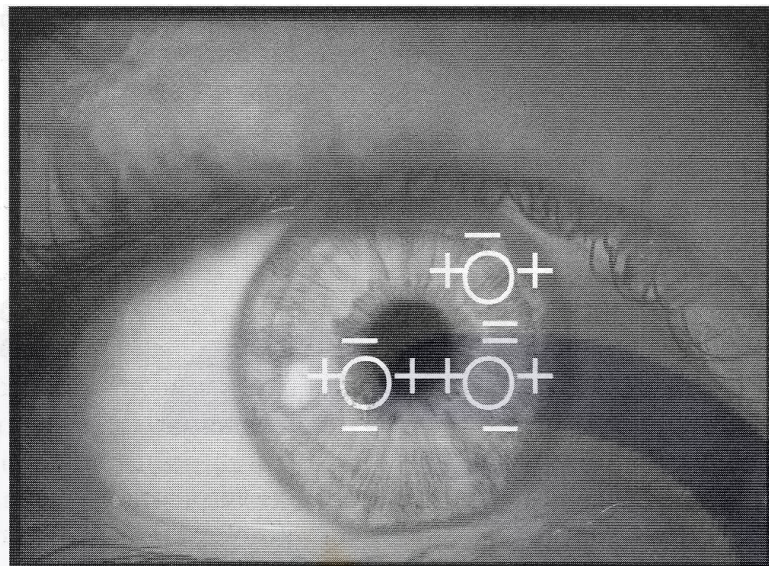


Figura 11. Alineación de las miras queratométricas sobre la SCA

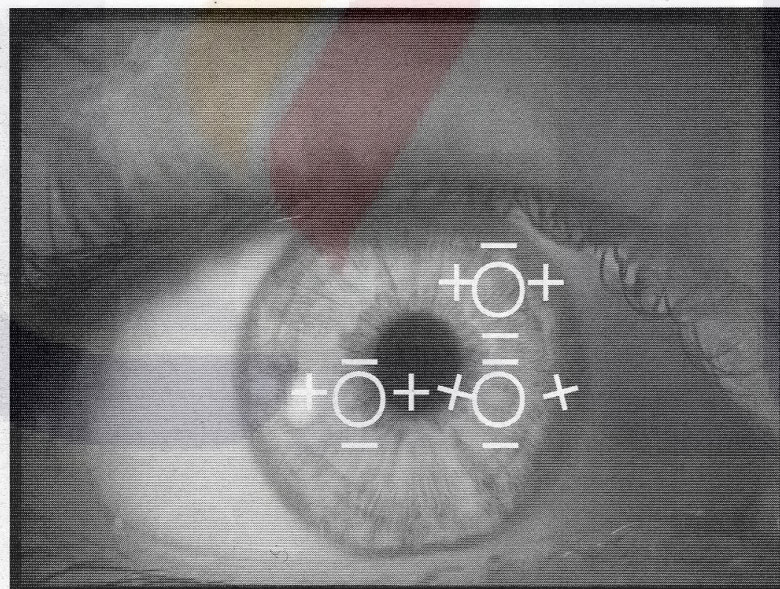


Figura 12. Enfoque de las miras queratométricas sobre la SCA. En este caso las miras no están alineadas.

2.9 ECOGRAFÍA

La longitud axial del globo ocular se mide mediante ecografía. El ecógrafo Ocuscan de Laboratorios Alcon utiliza la ecografía unidimensional.

Por medio del efecto Piezoeléctrico el transmisor estimulado por corriente eléctrica emite un haz de ultrasonidos unidireccional, que se envía al ojo y órbita un pulso de ultrasonidos a cortos intervalos, los que son reflejados de retorno (Ecos) cuando encuentra medios de diferente densidad hacia la sonda que contiene un Receptor – Transmisor dirigido hacia el Ecógrafo Ocular y su Pantalla de Rayos Catódicos (Osciloscopio) o Televisión. Ver fig. 13

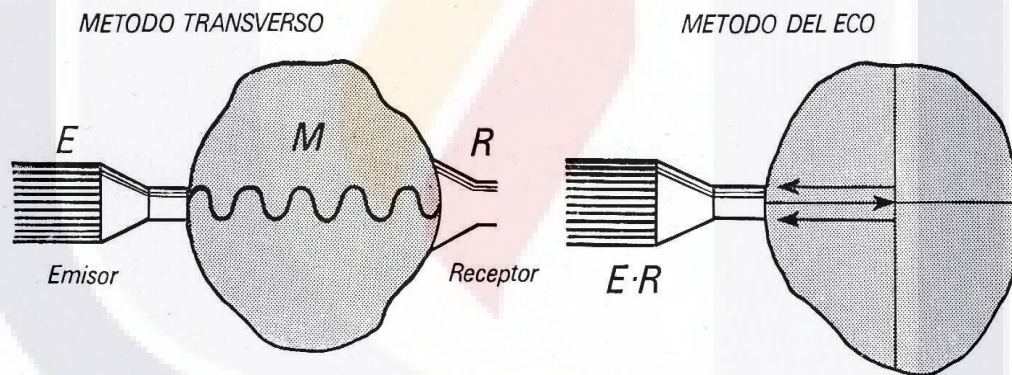


Figura 13. Ecografía

La pantalla muestra la posición de estos Ecos, indicando así la profundidad de la superficie reflectante anatómica: 1er. eco corresponde a la córnea, 2do. eco corresponde a la cara anterior del cristalino, 3er. eco corresponde a la cara posterior del cristalino, y el 4to. eco corresponde a la Retina, Coroides, Esclera y Órbita Posterior. Entre el 3er. y el 4to. eco existe un silencio acústico que corresponde a la cámara vítrea.

Los ultrasonidos utilizados como método de diagnóstico son: el método del eco subdivisión A. En este la sonda exploradora es a la vez emisor y receptor de los ultrasonidos. La emisión se realiza de una manera discontinua, bajo la forma de muy breves impulsos, los cuales después de reflejarse sobre las superficies que separan a medios de diferente impedancia acústica vuelven a la sonda emisora-receptora que las transforma en señales eléctricas.

El método del eco tiene como característica fundamental el de que la exploración se realiza a partir de una sola cara del órgano a estudiar, ello hace que sea el único y más idóneo método a utilizar en oftalmología.

El método A es conocido también con la denominación TAU. Es un método unidimensional o método tiempo-amplitud (variación de la amplitud); los impulsos emisores y sus ecos reflejados aparecen visualizados sobre la pantalla del oscilógrafo catódico bajo la forma de inflexiones verticales a partir de una línea isoelectrónica horizontal. La distancia que separa dos ecos corresponde al tiempo que los ultrasonidos precisan para recorrer la distancia que separa los dos puntos cuyas estructuras dan nacimiento al eco.

Sobre la pantalla oscilográfica se ve también una escala con unos índices electrónicos elegidos de tal manera que cada división corresponde a un milímetro del eje ocular, para una velocidad de propagación media en el ojo de 1.475 m/s , si se conoce la velocidad de propagación en un medio examinado, se puede así calcular las distancias respectivas en milímetros.

En el eco A la amplitud de los ecos es proporcional a la intensidad de las ondas reflejadas.

2.10 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

Da Cunha R. P. Y Moreira K. B. (1996) realizaron un estudio ocular en individuos con síndrome de Down, en el que reportan un 60% de astigmatismo, 26% de hipermetropía y 13% de miopía. También reportan una mayor curvatura corneal, y sugieren que esta característica podría ser el origen de la miopía.¹

Woodhouse (1997) realizó un estudio en el cuál se determinó el estado refractivo de 92 niños con Síndrome de Down entre las edades de 4 meses y 12 años, se comparó con un grupo de individuos normales tomados como testigo. En las etapas tempranas presentaron errores refractivos similares con respecto al grupo control. Mientras que en grupos mayores de edad la prevalencia de errores refractivos fue mayor en los individuos trisómicos que en los normales. Las más significativas son los astigmatismos miópicos e hipermetrópicos, sobre las ametropías puras. Además esto muestra que la frecuencia de las ametropías de la población varía con la edad.¹⁵

Woodhouse (1998) reportó que los pacientes con necesidades especiales como es el caso de Síndrome de Down, tienen mayor riesgo de padecer problemas visuales y oculares que los individuos normales. Específicamente, en el caso de refracción los niños con Síndrome Down tienen errores refractivos de mayor prevalencia con respecto a los controles. Esos son la hipermetropía (> 2.00D). Con el desarrollo ocular ésta disminuye y aumenta la miopía. Además reportan una capacidad de acomodación disminuida con respecto al grupo control.¹⁶

Doyle S. J. et. al. (1998) Refieren que el 80 % de la población Down estudiada presentan hipermetropía, solo 18% fueron miopes y 2% emétopes. La prevalencia de topografía corneal fue regular con una relación lineal entre la longitud axial y el equivalente esférico de la refracción (que fue de +1.43D). Lo que indica que en éste trabajo las ametropías puras fueron las más frecuentes.²

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Haugen et. al. (2001) realizaron un estudio de 60 niños con Síndrome de Down con errores refractivos mediante retinoscopía estática y con el uso de ciclopéjicos. Se encontró hipermetropía y miopía. Un grado bajo de hipermetropía (\leq a 2.00D) se correlacionó con una acomodación normal. La etiología de una acomodación disminuida pueden ser los errores refractivos altos, encontrados en pacientes con Síndrome de Down. Según éstos autores, una alta especificidad en el astigmatismo oblicuo que encontraron, sugiere que hay factores mecánicos sobre la córnea, como la hendidura palpebral oblicua que puede ser un factor etiológico en el astigmatismo.⁷

Rodríguez, Orozco y Murguía (2002) muestran que las ametropías son dependientes de sexo. En el caso de las mujeres con SD existe mayor astigmatismo miópico compuesto con la regla (AMC c/ r) en un 18.19%. En menor grado, reporta un incremento del astigmatismo mixto oblicuo (AMx o) en un 9.09%. También están aumentados los astigmatismos hipermetrópico compuesto oblicuo e hipermetrópico compuesto contra la regla (AHC o y AHC ct/ r) con un total de 13.6% en ambos casos. Lo cuál no está de acuerdo con las evidencias de Haugen et. al. y Da Cunha y cols. ya mencionadas. Por otro lado Rodríguez et. al. encontraron que en los varones, hay un incremento importante de astigmatismo mixto con la regla (AMx c/ r) de un 20.31% y en menor grado de astigmatismo hipermetrópico compuesto con la regla (AHC c/ r) con 10.93% mayor y el astigmatismo miópico compuesto con la regla (AMC c/ r) de solo el 4.68%. Estos resultados muestran que en la población Down hay aumento tanto de los astigmatismos miópicos en las mujeres como de los hipermetrópicos y mixtos en los hombres. Lo que muestra que las prevalencias de ametropías son dependientes de sexo. Lo anterior fue discutido por estos autores como una disminución de la capacidad refractiva de los medios refringentes del ojo, que favorecen los astigmatismos hipermetrópicos en los hombres. Mientras que un incremento en el diámetro anteroposterior favorecería los astigmatismos miópicos

del ojo de la mujer. Por otro lado Rodríguez *et. al.* muestran una capacidad de acomodación mayor del cristalino, lo que es opuesto a la mayor parte de reportes de la literatura científica mencionada anteriormente. Esto tendería a favorecer el efecto miopizante.⁸

Rojas, Muñoz *et. al.* (2002) indican que el eje anteroposterior es mayor en individuos con Síndrome de Down, lo que favorecería la presencia de astigmatismos miópicos.⁹

Zaidi, Senchyna and Sivak, (2002) realizaron un estudio en ratones con trisomía 16, un modelo del SD reporta que la copia completa de la proteína AbetaPP de la región crítica del Síndrome de Down del cromosoma 16 murino y del cromosoma 21 humano, produce defectos en el cristalino. Además éste antígeno se expresa también a nivel de la córnea, pero en menor cantidad (Frederikse PH, Ren XO, 2002). Por otro lado, se sabe que la TS-21 humana y la TS-16 del ratón también producen un incremento en la concentración de alfa y delta cristalinas (Harris, 1998). Esto y la sobreproducción del AbetaPP favorecen un aumento del índice refractivo del cristalino, lo que induciría un incremento de la miopía en los individuos trisómicos. Esto sugiere que el cristalino, podría jugar un papel importante en la generación de ametropías.¹⁷

Soto, Orozco *et. al.* (2003) Reportan que el cristalino de los individuos con TS-21, se encuentra más plano, respecto del grupo control, lo que favorecería mayor cantidad de hipermetropía.¹²

Ebeigbe JA (2000), realizó un estudio en la ciudad de Nigeria , en el que reporta que el mayor porcentaje de problemas visuales es hipermetropía (29.2%), astigmatismo (22.2%) y miopía en 6.3% de la población. Refiere también que algunos individuos presentan estrabismo, nistagmus y catarata. Debido a esta incidencia de ametropías, recomienda que la población con Síndrome de Down

deben usar lentes a edades tempranas, con la finalidad de mejorar sus habilidades intelectuales, calidad y expectativas de vida.³

Little, *et. al.* (2007) reportan que el síndrome Down se asocia con la reducción de la agudeza visual, que no se ha explicado con factores motivacionales o de atención. La resolución y los umbrales interferométricos fueron reducidas en el grupo con SD. Sugieren que la degradación en la calidad óptica es una mayor contribución para la menor agudeza visual en estos individuos, respecto a sus diferencias de desarrollo entre SD e individuos normales.⁶

Stephen E *et. al.* (2007) reportan una mayor cantidad de hipermetropía y astigmatismo en un 27% de individuos con Síndrome de Down del 43% que están en edad escolar y tienen problemas refractivos.¹³

Stewart *et. al.* (2007) realizaron un estudio en niños Down, con la finalidad de determinar si la disminución de acomodación en éste grupo está relacionada a los errores de refracción, estrabismo, agudeza visual u otros parámetros oculares. Reportan que los individuos Down presentan una asociación importante entre la disminución de acomodación, la hipermetropía y el estrabismo. Refieren que no hay una relación causal que pueda demostrarse con éstos datos, pero la relación existe.¹⁴

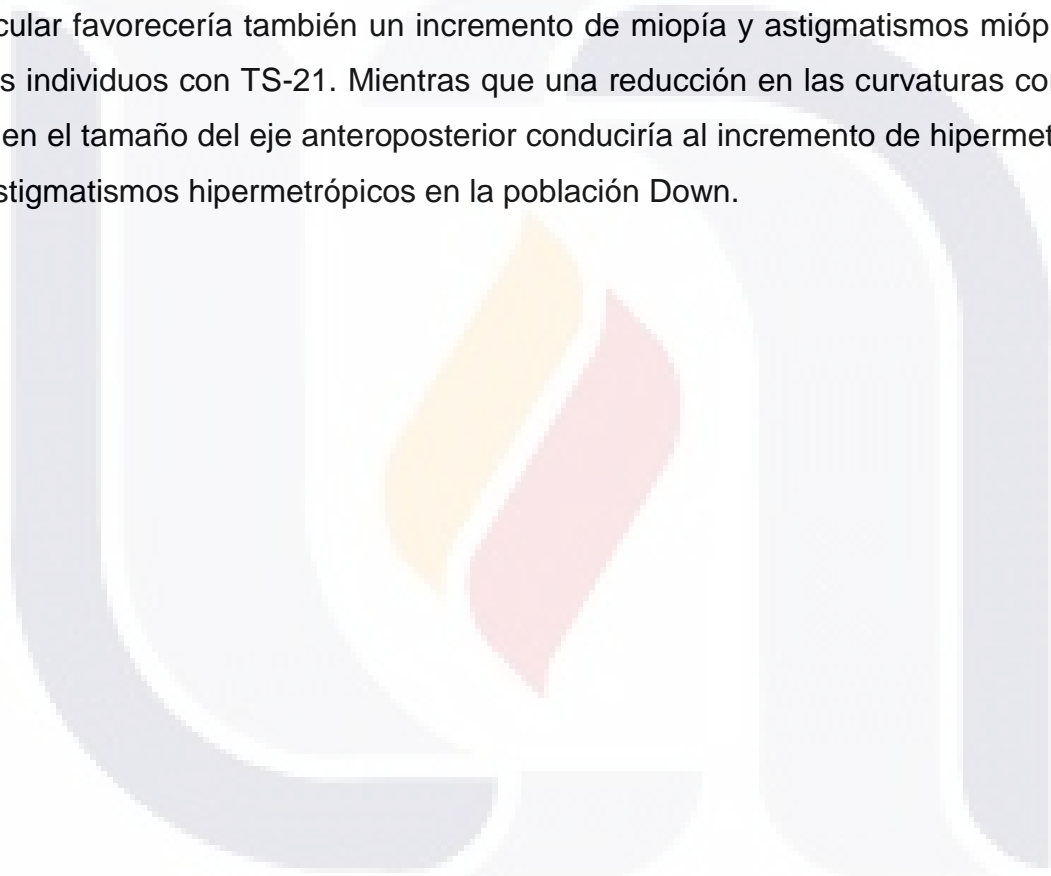
Kim and Hwang (2008), en un estudio realizado en 261 pacientes con síndrome Down de Korea, cuyo propósito fue investigar la prevalencia y patrones de los errores refractivos y estrabismos en pacientes asiáticos con SD. Reportaron un incremento en la hipermetropía con 46.5%, mientras que la miopía se presentó en 40.1%. El astigmatismo se encontró en el 66.8% menor a 2.00 dioptrías y en un 16.8% mayor a 2.00D. Concluyen que la endotropía es más común, así como la hipermetropía. La prevalencia de exotropía y astigmatismo fue más alta en este estudio comparado con lo que se ha reportado previamente.⁵

La mayor parte de las evidencias encontradas en la literatura indican que la ametropía de mayor frecuencia en el Síndrome de Down es una hipermetropía pura y astigmatismos hipermetrópicos, además de la disminución de la capacidad de acomodación^{8, 14}. Lo que reduciría la agudeza visual de los individuos con Síndrome de Down. La hipermetropía puede ser el resultado de un desarrollo insuficiente del ojo, especialmente durante la niñez, debido al desarrollo insuficiente de las estructuras del cuerpo. Que también puede provocar la presencia de un cristalino más plano¹². Por otro lado, existen estudios que muestran que la miopía se encuentra elevada en los individuos con Síndrome de Down, respecto a los control.¹⁰ Estas evidencias sugieren que puede deberse a un diámetro anteroposterior mayor⁹, o bien menores radios de curvatura corneal, con poderes refractivos mayores. También, puede ser la miopía el resultado de un índice de refracción mayor del cristalino por la razón de que está elevada la concentración de las proteínas alfa y delta cristalinas y la AbetaPP en dicho órgano¹¹. Finalmente la miopía puede ser el resultado de un desarrollo elevado del ojo con incremento del diámetro anteroposterior, respecto a los normales. De todos estos factores los más importantes son las dioptrías queratométricas de la córnea en relación a la longitud axial. Los que pueden alterar más profundamente el estado refractivo del ojo, ya que afectan el balance entre los dos factores más importantes que conducen a las ametropías.

CAPITULO 3

3.1 HIPÓTESIS

Sería de esperar que, si ocurre un aumento en la curvatura corneal, resultaría una mayor proporción de individuos miopes. Así como un incremento en el tamaño ocular favorecería también un incremento de miopía y astigmatismos miópicos en los individuos con TS-21. Mientras que una reducción en las curvaturas corneales o en el tamaño del eje anteroposterior conduciría al incremento de hipermetropía y astigmatismos hipermetrópicos en la población Down.



3.2 PROPÓSITO

El propósito del presente estudio es determinar cuál o cuáles son las ametropías de mayor incidencia en los individuos con síndrome Down. Así como sus posibles causas, basándose en la medición de los principales factores que influyen en el estado refractivo, como la curvatura corneal y el eje anteroposterior del globo ocular.

3.3 OBJETIVOS

- 1.- Determinar el estado refractivo de mayor prevalencia en los individuos con síndrome Down, respecto a un grupo de individuos control.
- 2.- Medir la curvatura corneal de un grupo de individuos trisómicos y uno de individuos normales (control).
- 3.- Medir la longitud axial del globo ocular del grupo con TS-21 y de los control

CAPITULO 4

4.1 METODOLOGÍA

En el presente trabajo se estudiaron por separado hombres y mujeres. De ellos son 23 hombres y 24 mujeres de la población abierta normal, cuyas edades fluctuaron entre 6 y 21 años sin enfermedades sistémicas aparentes. La edad promedio de los varones fue de $13.30 \pm 4.0 \pm 0.58$ años ($X \pm DS \pm ES$; $n=46$). Mientras que la edad promedio del grupo femenino fue de $13.50 \pm 5.16 \pm 1.05$ años ($X \pm DS \pm ES$). La selección fue hecha al azar en las escuelas primarias, secundarias y preparatorias de los alrededores del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud Unidad Santo Tomás (CICS - UST), previo consentimiento informado de los padres o tutores. No se estudiaron pacientes de la clínica de optometría del CICS – UST, ya que esta es una población con prevalencia especialmente alta de miopía. Lo cuál daría un sesgo a la prevalencia de ciertas ametropías sobre otras. Aquellas que presentaban padecimientos oculares evidentes como nistagmus, estrabismos y cataratas fueron excluidos del estudio, aunque atendidos optométricamente de sus padecimientos. Esta población fue tomada como referencia o grupo central.

De igual forma, se estudiaron por separado los grupos masculino y femenino con síndrome de Down (TS-21). El de hombres fue de 18 personas con edad promedio de 13.30 ± 5.39 años ($n=36$ ojos), que no es significativamente diferente del grupo masculino control. El grupo femenino fue de 20 personas con edad promedio de $13.15 \pm 4.36 \pm 0.97$ años, igual al grupo control. La selección se realizó en la Escuela de Educación Especial “Comunidad Down A.C.” procurando que todos los individuos estudiados fueran de las mismas condiciones socioeconómicas. También se utilizó el consentimiento informado de los padres o tutores. En los individuos Down se tomaron los mismos criterios de exclusión, que en los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

normales. Tales como, nistagmus, estrabismos o cataratas que no fueron considerados para el estudio, pero sí tratados clínicamente.

En el presente estudio se analizaron la curvatura de la córnea y la longitud axial del globo ocular como factores preponderantes, con la presencia de las ametropías específicas en el grupo de individuos normales y con síndrome Down. Este grupo se consideró como grupo de estudio y el grupo de individuos normales como control. Estos últimos fueron elegidos al azar de una población con características étnicas y condiciones socioeconómicas similares.

La medición de las ametropías se realizó mediante retinoscopía estática con el retinoscopio de la marca Welch Allyn modelo 11720. Mientras que las curvaturas corneales se medirán con el queratómetro de Bauch and Lomb. Destacando que la córnea es la superficie refractiva más importante del ojo. La longitud axial o medida del eje anteroposterior se va a realizar mediante ecografía. Es un procedimiento de imagenología que emplea los ecos de emisiones de ultrasonidos dirigida sobre un cuerpo u objeto como fuente de datos para formar una imagen de los órganos o masas internas con fines de diagnóstico, en nuestro caso las estructuras del ojo.

LONGITUD AXIAL

La longitud axial se midió con el ecógrafo Ocuscan de Laboratorios Alcon, en su modalidad M. Mismo que proporciona la medida en milímetros.

De ésta manera, se pueden relacionar las dos medidas principales con la ametropía que presenta el grupo en estudio.

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se van a evaluar los parámetros optométricos a ambos grupos el Down y el control en forma independiente, para tratar de identificar diferencias entre ambos grupos. Posteriormente, con el fin de dar mayor confiabilidad al estudio, se tomarán muestras pareadas, es decir, de la misma edad, sexo, grupo étnico y condiciones socioeconómicas similares y así poder compararlas, como se indicó anteriormente. Las significancias de las diferencias entre los parámetros ópticos de los individuos normales y aquellos con SD, serán analizados mediante la “t” de Student. También cabe mencionar que las muestras, tanto Down como controles, fueron seleccionadas de forma aleatoria.

La prueba “ t “ de Student se usó para evaluar si los dos grupos difieren entre sí de manera significativa en sus parámetros. En ésta prueba las variables se consideran que en uno de los dos grupos, se le aplica el estímulo experimental y constituye el grupo problema. Mientras que al otro no y se consideró grupo de control.

El valor de “t” se obtiene en muestras grandes mediante la fórmula:

$$t = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

Donde X_1 es el promedio de un grupo problema, X_2 es la medida promedio del grupo control. S_1 es la desviación estándar del primer grupo elevada al cuadrado, N_1 es el número de observaciones del primer grupo, S_2 es la desviación estándar del segundo grupo elevada al cuadrado y N_2 es el tamaño de la muestra del segundo grupo. En realidad el denominador está afectado por la raíz cuadrada y es el error estándar de la distribución muestral de la diferencia entre medidas.

Para saber si el valor “t” es significativo, se aplica la fórmula y se calculan los grados de libertad. La prueba “t” se basa en una distribución muestral o poblacional de diferencia de medias conocida como la distribución Gaussiana o normal. Esta distribución es identificada por los grados de libertad, los cuáles constituyen el número de maneras en que los datos pueden variar libremente. Son determinantes, ya que nos indican que valor debemos esperar de “t” dependiendo del tamaño de los grupos que se comparan. Entre mayor número de grados libertad se tengan, la distribución “t” de Student se acerca más a ser una distribución normal y usualmente, si los grados de libertad exceden los 120, la distribución normal es utilizada como una aproximación adecuada de la distribución “t” de Student (Wiersma, 1986).

$$gl = N_1 + N_2 - 2$$

Para su interpretación se consulta la tabla de la distribución “t” de Student, cuando hay diferencia entre los dos grupos se propone la llamada hipótesis de investigación, mientras que la hipótesis nula propone que los grupos no difieren significativamente.

La tabla contiene los niveles de confianza, que adquieren el significado ($p < 0.05$ significa 95% de que los grupos en realidad difieran significativamente entre sí y 5% de posibilidad de error).

Para ver la significancia estadística en las tablas de la parte de resultados, se utilizaron los siguientes símbolos:

- * $p < 0.05$
- ** $p < 0.01$
- *** $p < 0.001$

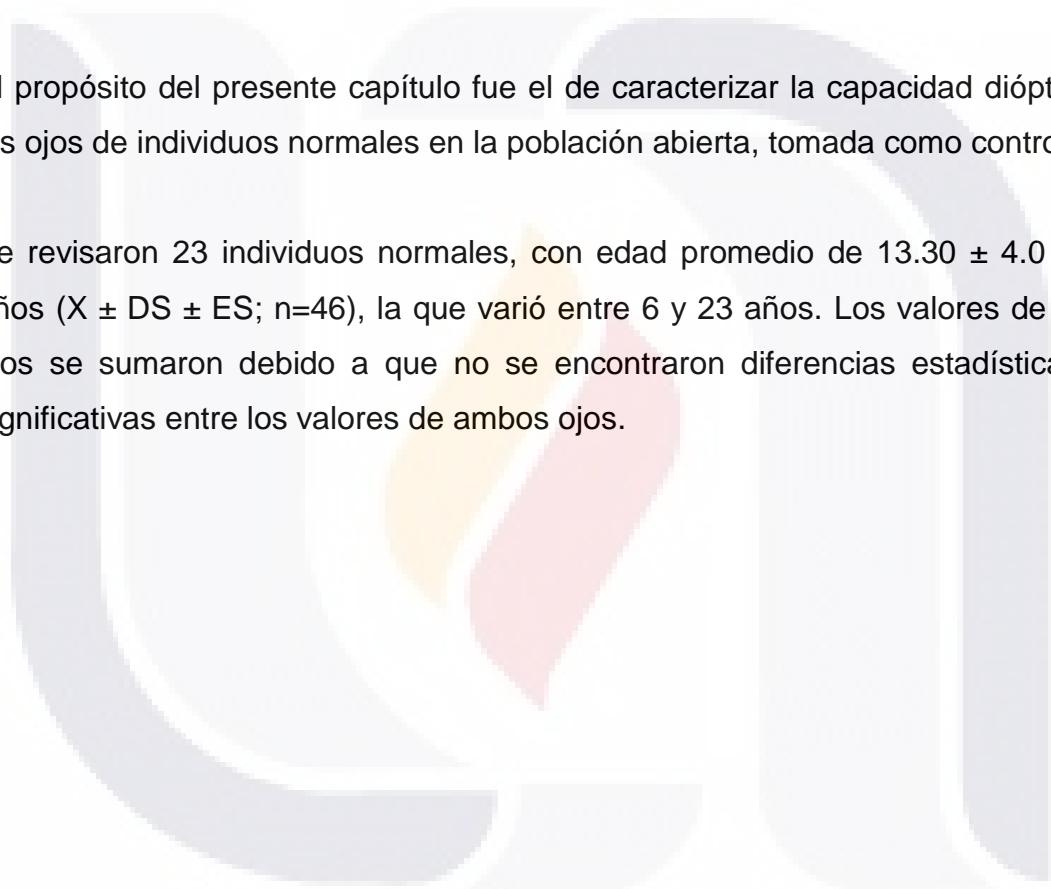
CAPITULO 5

5.1 RESULTADOS DE POBLACIONES ABIERTAS

MASCULINA NORMAL

El propósito del presente capítulo fue el de caracterizar la capacidad dióptrica de los ojos de individuos normales en la población abierta, tomada como control.

Se revisaron 23 individuos normales, con edad promedio de $13.30 \pm 4.0 \pm 0.58$ años ($X \pm DS \pm ES$; $n=46$), la que varió entre 6 y 23 años. Los valores de ambos ojos se sumaron debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de ambos ojos.



1.- Queratometrías.

El valor promedio de la curvatura del meridiano más plano fue de $42.24 \pm 1.62 \pm 0.23$ DK (n=46). Mientras que la queratometría más curva fue de $43.68 \pm 1.89 \pm 0.27$ DK. Por lo que el astigmatismo promedio fue de 1.44 DK. Ver fig. 14. Estos resultados son semejantes a los reportados por otros autores.

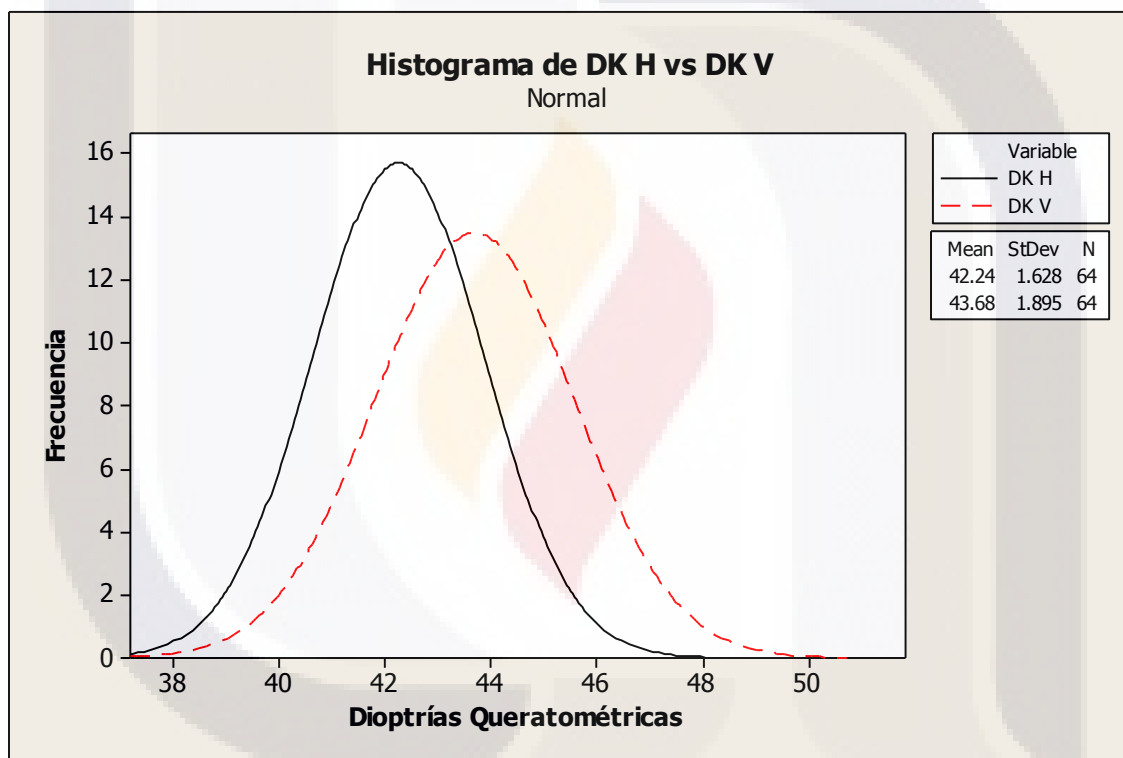


Fig. 14. Gráfica que representa las dioptrías queratométricas horizontales y verticales de los individuos normales.

2.- Ecografía

Uno de los factores que influyen importantemente en la aparición de las ametropías es el diámetro anteroposterior del ojo. Por ello aquí se cuantificó dicho eje. En la población normal el valor promedio del eje anteroposterior fue de $23.63 \pm 1.55 \pm 0.22$ mm n=46, en los individuos normales masculinos. Ver fig. 15. Nuevamente éste resultado es semejante al reportado por otros autores.

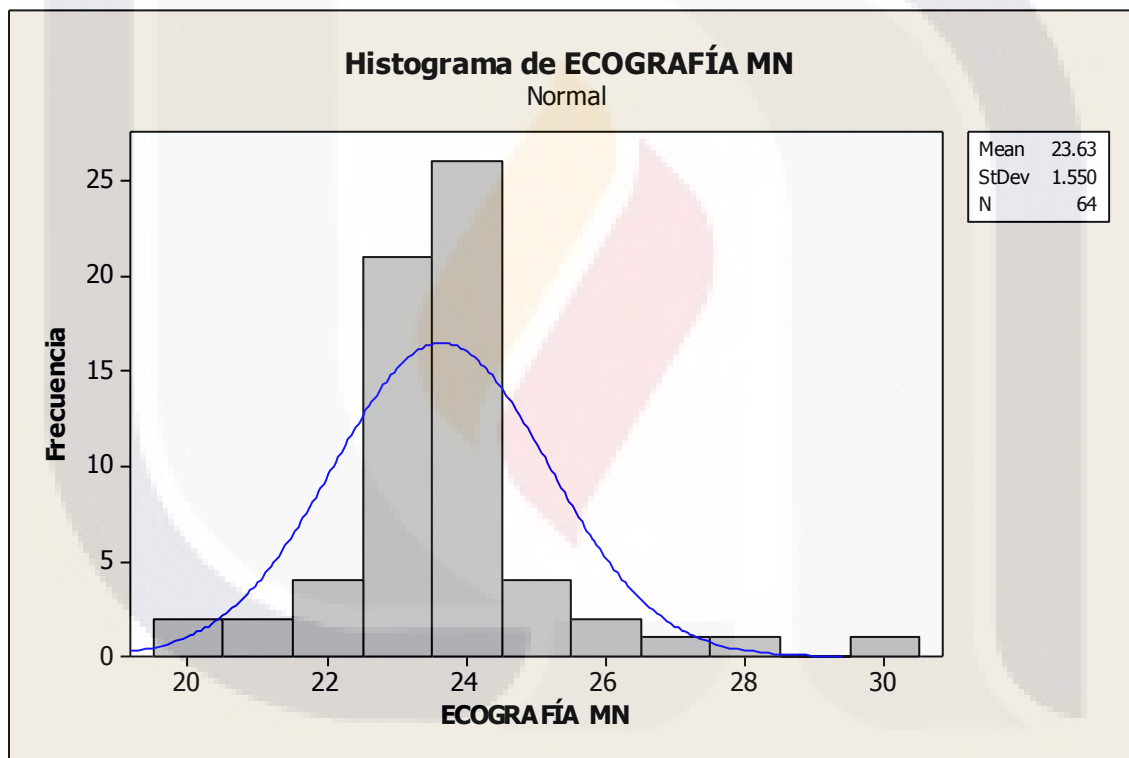


Fig. 15. Representación de la ecografía de los individuos masculinos normales.

3.- Ametropías

Uno de los propósitos de éste trabajo fue el de correlacionar las ametropías más frecuentes de individuos normales, con los parámetros dióptricos de la población control, para una futura comparación con los individuos trisómicos, que es el grupo de prueba.

Las ametropías más frecuentes mostradas por el grupo control fueron ordenadas en orden decreciente de frecuencia, y fueron: el AHS con 21.87%, el AMX con 17.18% y AMC con 14.06%, seguido de la Hipermetropía pura (12.5%), AMS (10.93%) y el AHC con 9.10%. Mientras que la emetropia solo se presentó en el 6.25%. La miopía pura sólo apareció en 3.12%. La tabla 1 en su porción izquierda resume éstos datos. Ver fig. 16.

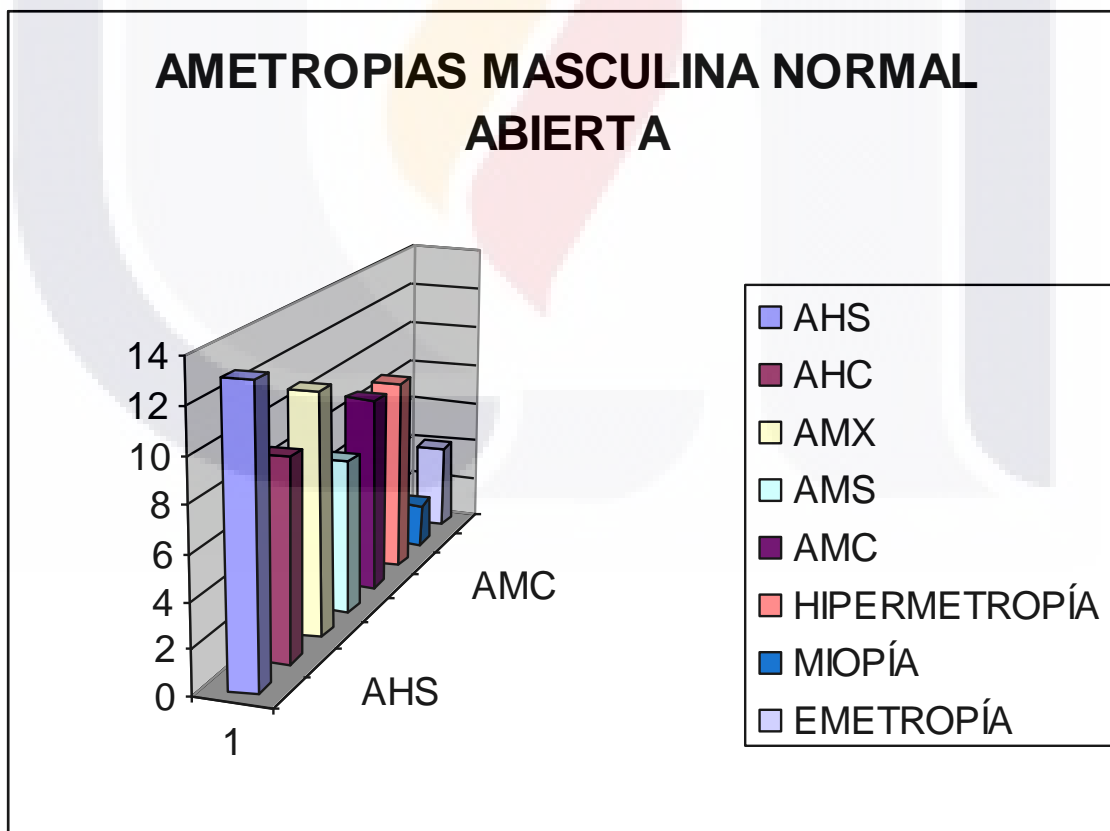


Fig. 16. Incidencia de ametropías en individuos Masculinos Normales.

MASCULINA DOWN

En la población problema se estudiaron 18 personas con edad promedio de 13.30 ± 5.39 años ($n=36$), que es estadísticamente igual a la edad del grupo control. Los resultados en ambos ojos fueron iguales, así que se sumarán los resultados de los 36 ojos.

1.- Queratometrías

Los datos agrupados presentaron un valor promedio en la curvatura corneal horizontal de $42.94 \pm 2.07 \pm 0.34$ y $45.06 \pm 1.96 \pm 0.32$ DK ($n=36$) para la curvatura vertical. Lo que representa un astigmatismo corneal de 2.12 DK. Ver fig. 17.

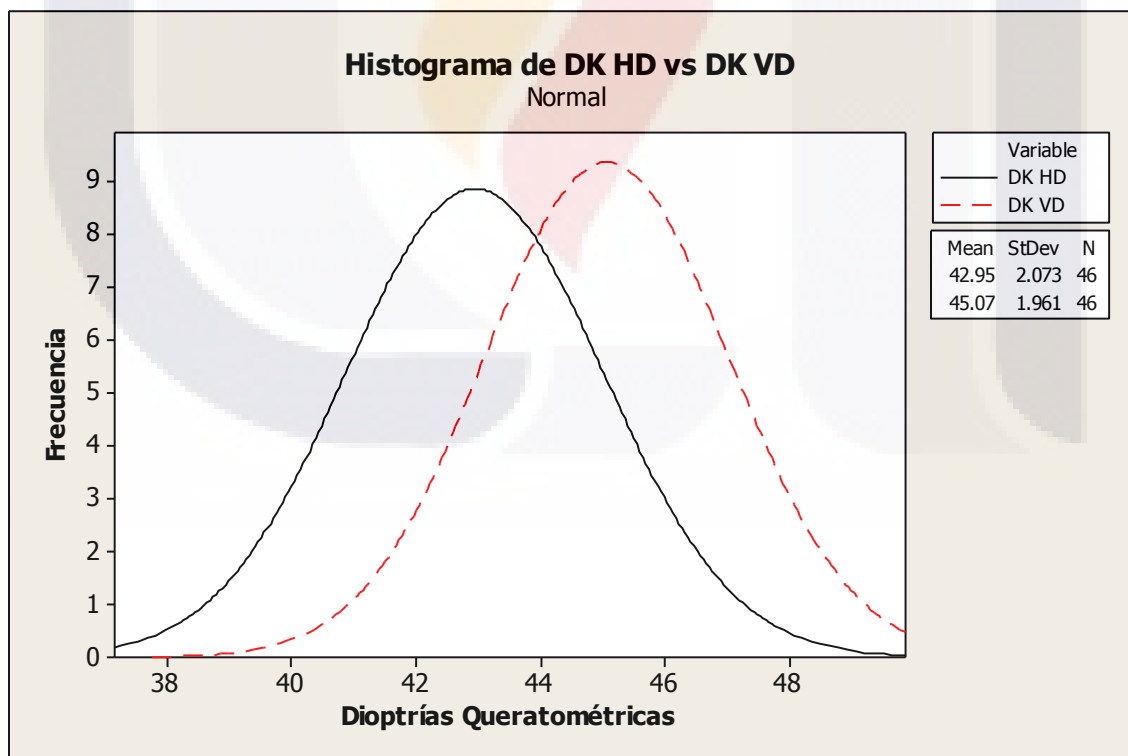


Fig. 17 Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales de individuos masculinos Down.

2.- Ecografía

El valor promedio del eje óptico en la población Down fue de $22.91 \pm 1.56 \pm 0.26$ mm. Ver fig. 18.

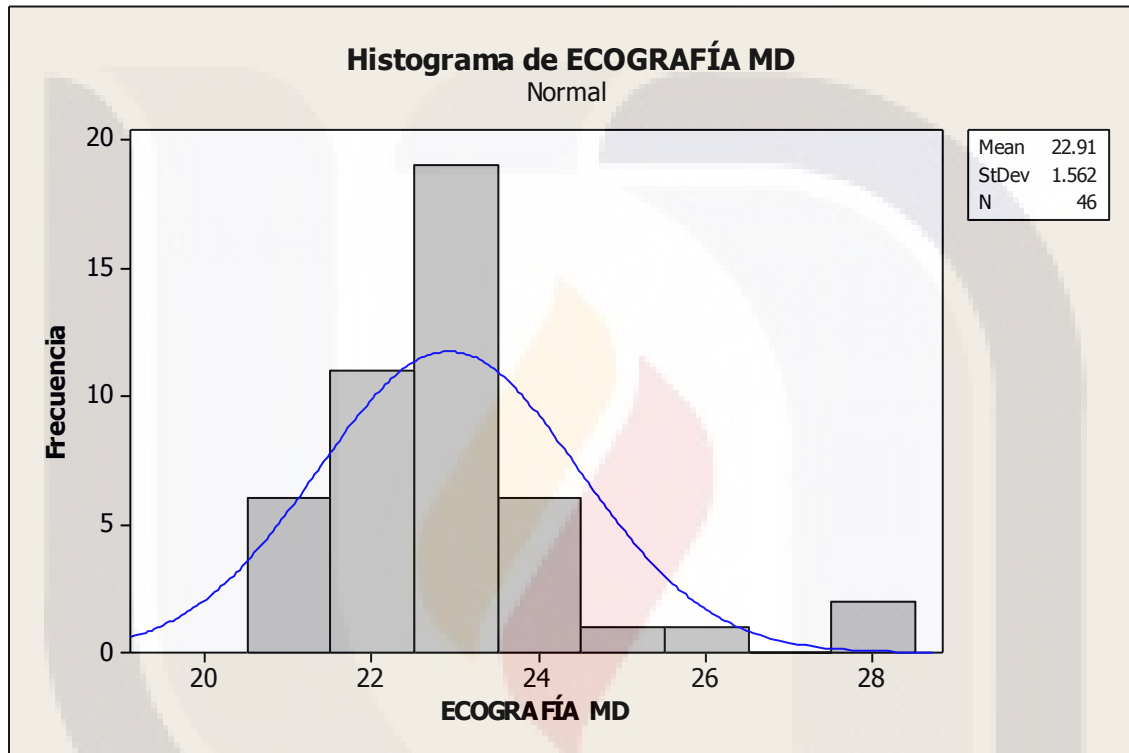


Fig. 18 Representación de longitud axial de individuos Masculino Down.

3.- Ametropías

La ametropía de mayor frecuencia fue con mucho el AHC con 66.66%. Mientras que el AMX y el AMC se presentaron en 13.33% cada uno. Por último, el AHS sólo fue de 6.66%, como puede observarse en la figura 19. La tabla 1 en su porción derecha, resume éstos datos. Ver fig. 19.

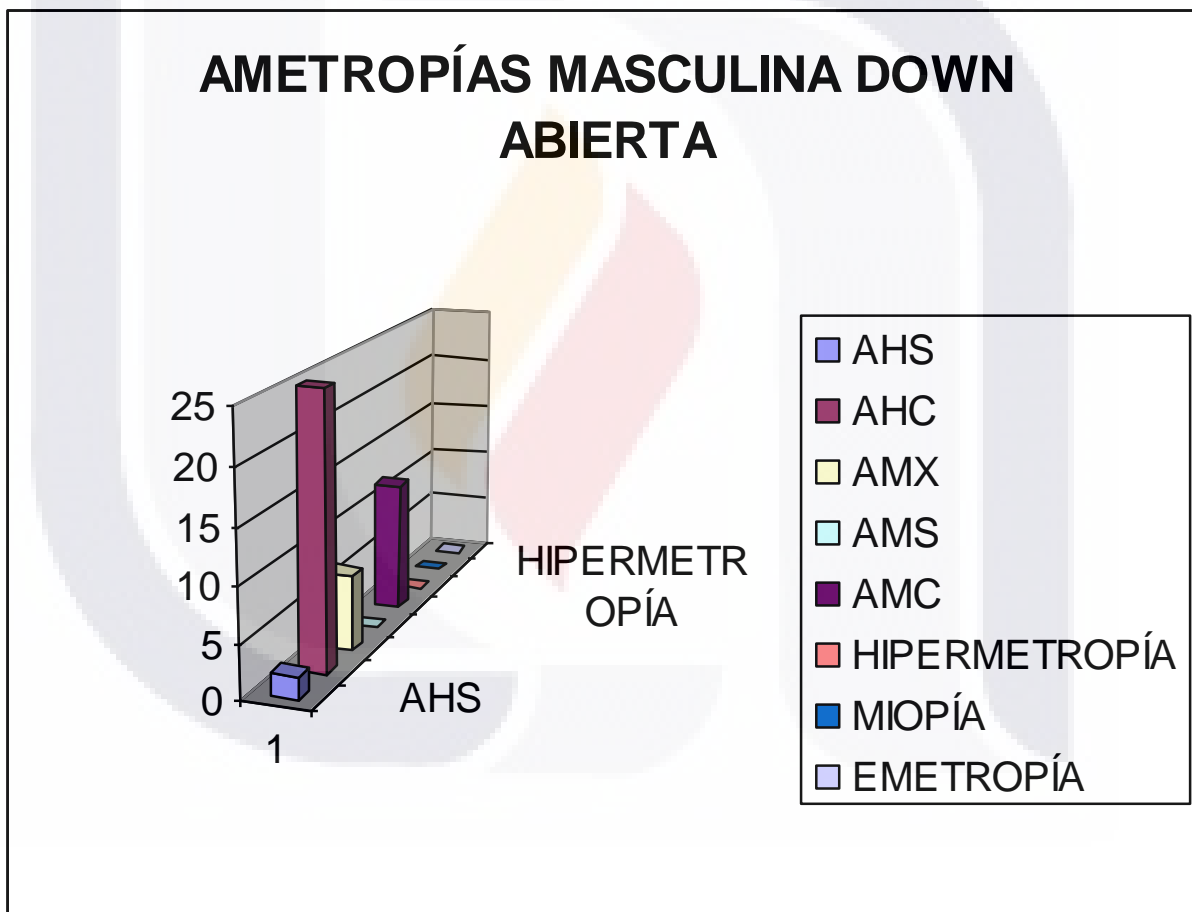


Fig. 19 Representación de incidencia de ametropías en individuos masculinos Down.

TABLA 1 RESULTADOS DE POBLACIONES MASCULINAS ABIERTAS

QUERATOMETRÍAS	DK HORIZONTAL		DK VERTICAL	
	NORMAL n=46	DOWN n=36	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	42.24	42.94	43.68	45.06
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.62	2.07	1.89	1.96
DIFERENCIAS		+0.7*		+1.38***

ECOGRAFÍA		
	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	23.63	22.91
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.55	1.56
DIFERENCIAS		+0.72 **

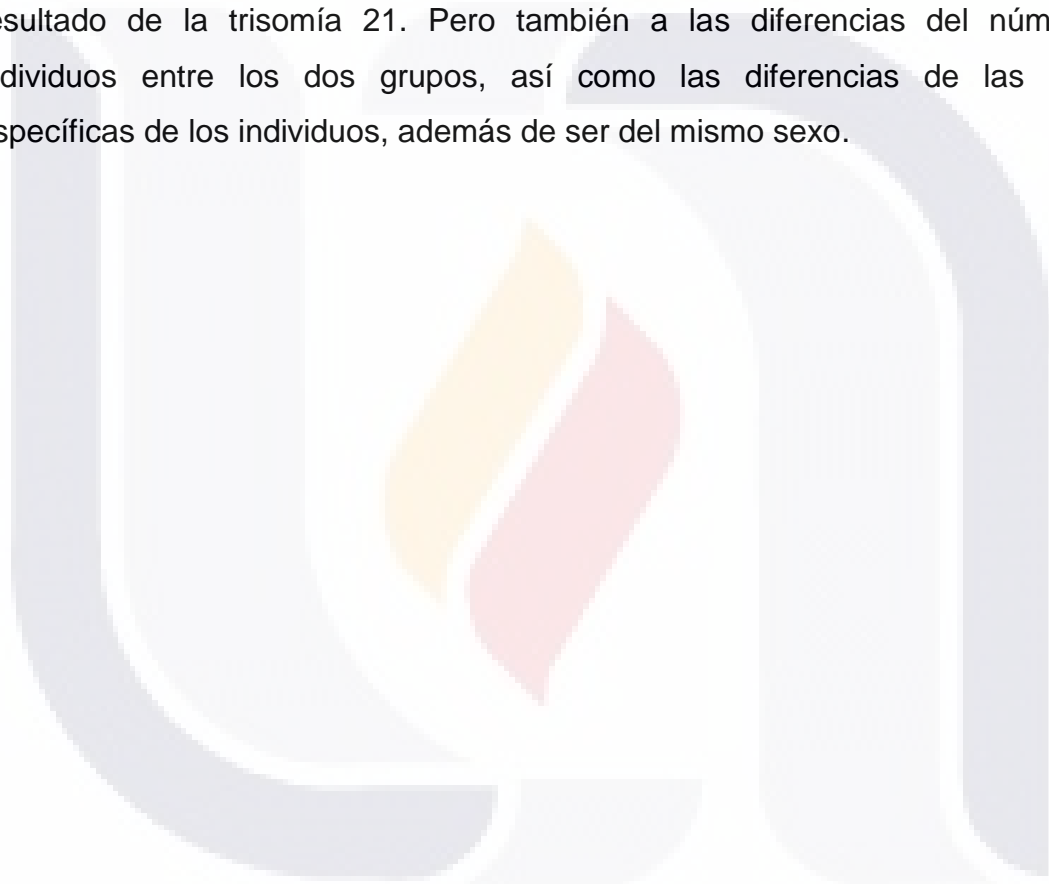
*p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

AMETROPIÁS	PORCENTAJE	
	NORMAL	DOWN
AHS	20.31%	6.66%
AHC	14.06%	66.66%
AMX	17.18%	13.33%
AMS	10.93%	0%
AMC	14.06%	13.33%
Hipermetropía	14.06%	0%
Miopía	3.12%	0%
Emetropia	6.25%	0%

Los resultados mostraron diferencias significativas entre la población abierta Down y la población abierta control. La curvatura del meridiano más curvo de la córnea fue mayor en los ojos trisómicos que en los testigos con una $p < 0.01$. Mientras que la longitud del eje óptico fue menor en la población Down en 0.72mm ($p < 0.05$). Por otro lado, el AHC se elevó en 55% en la población Down respecto a la control. Mientras que el AHS y la Hipermetropía pura cayeron en 15% y 10% respectivamente, comparado con el grupo testigo. Estas diferencias pueden ser el resultado de la trisomía 21. Pero también a las diferencias del número de individuos entre los dos grupos, así como las diferencias de las edades específicas de los individuos, además de ser del mismo sexo.



FEMENINA NORMAL

La literatura muestra que los parámetros refractivos difieren entre hombres y mujeres. Por eso se realizó un estudio por separado.

Se revisaron 24 pacientes normales, con edad promedio de $13.50 \pm 5.16 \pm 1.05$ años ($X \pm DS \pm ES$), la que varió entre 6 y 23 años. Debido a que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los valores de ambos ojos, se integraron sus resultados para fines estadísticos (n=48 ojos).

1.- Queratometrías.

El valor promedio de la curvatura del meridiano más plano fue de $43.36 \pm 1.49 \pm 0.21$ DK. Mientras que la queratometría más curva fue de $44.77 \pm 1.51 \pm 0.219$ DK. Por lo que el valor del astigmatismo fue de 1.41 DK. Estos resultados son semejantes a los reportados por otros autores. Ver fig. 20

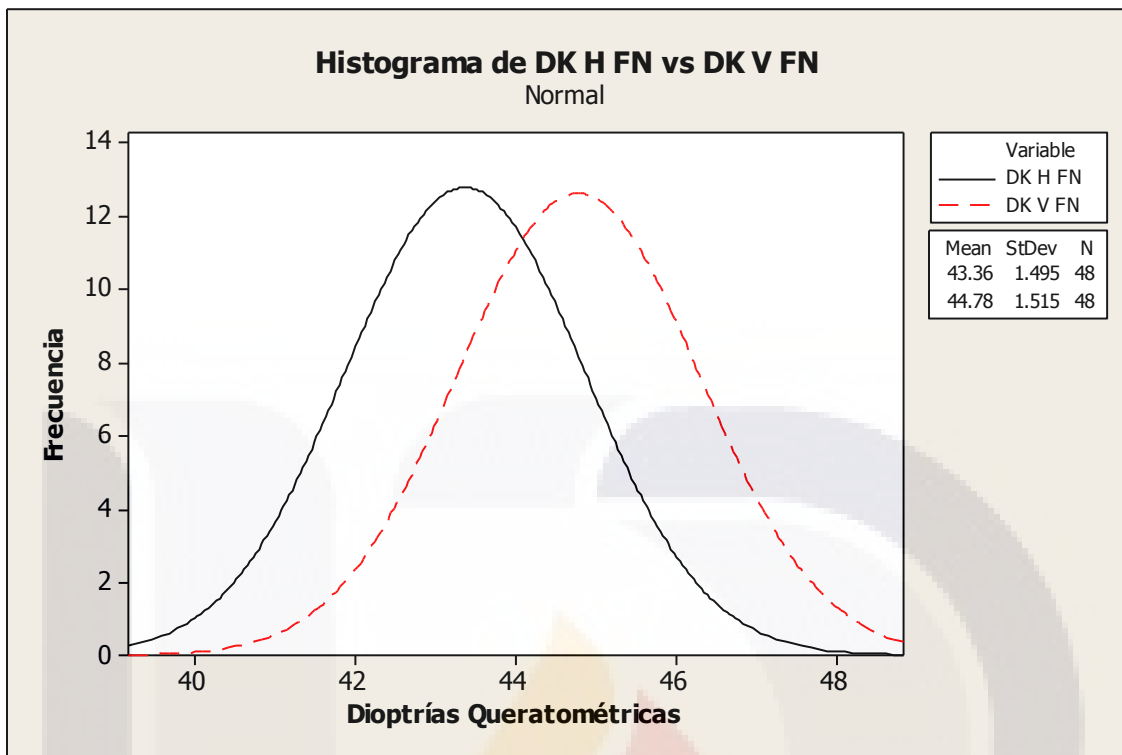


Fig. 20 Representación de curvaturas corneales horizontales y verticales del grupo femenino normal.

2.- Ecografía

Uno de los factores que influyen importantemente en la aparición de las ametropías es el diámetro anteroposterior del ojo. Por ello aquí se cuantificó dicho eje. En la población normal el valor promedio del eje anteroposterior fue de $22.87 \pm 1.51 \pm 0.219$ mm. en las mujeres normales. Nuevamente éste resultado es semejante al reportado por otros autores. Ver fig. 21

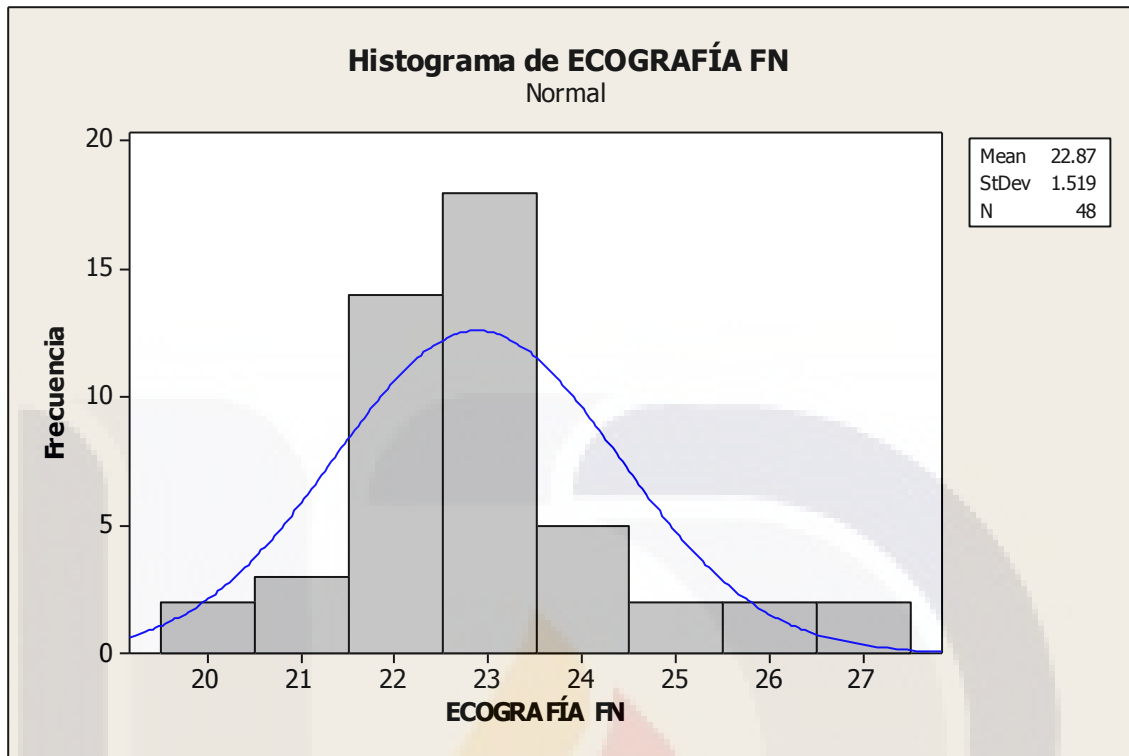


FIG. 21 Representación de la longitud axial de población femenina normal.

3.- Ametropías

Las ametropías más frecuentes mostradas por el grupo control fueron ordenadas en orden decreciente de frecuencia fueron: el AMC con 18.75%. Mientras que los AHC, AMX y AMS con 16.66% cada uno. En el caso de la hipermetropía se presento en 14.58%, la emetropia en 12.5% y solamente un 4.16% AHS. Ver fig. 22.

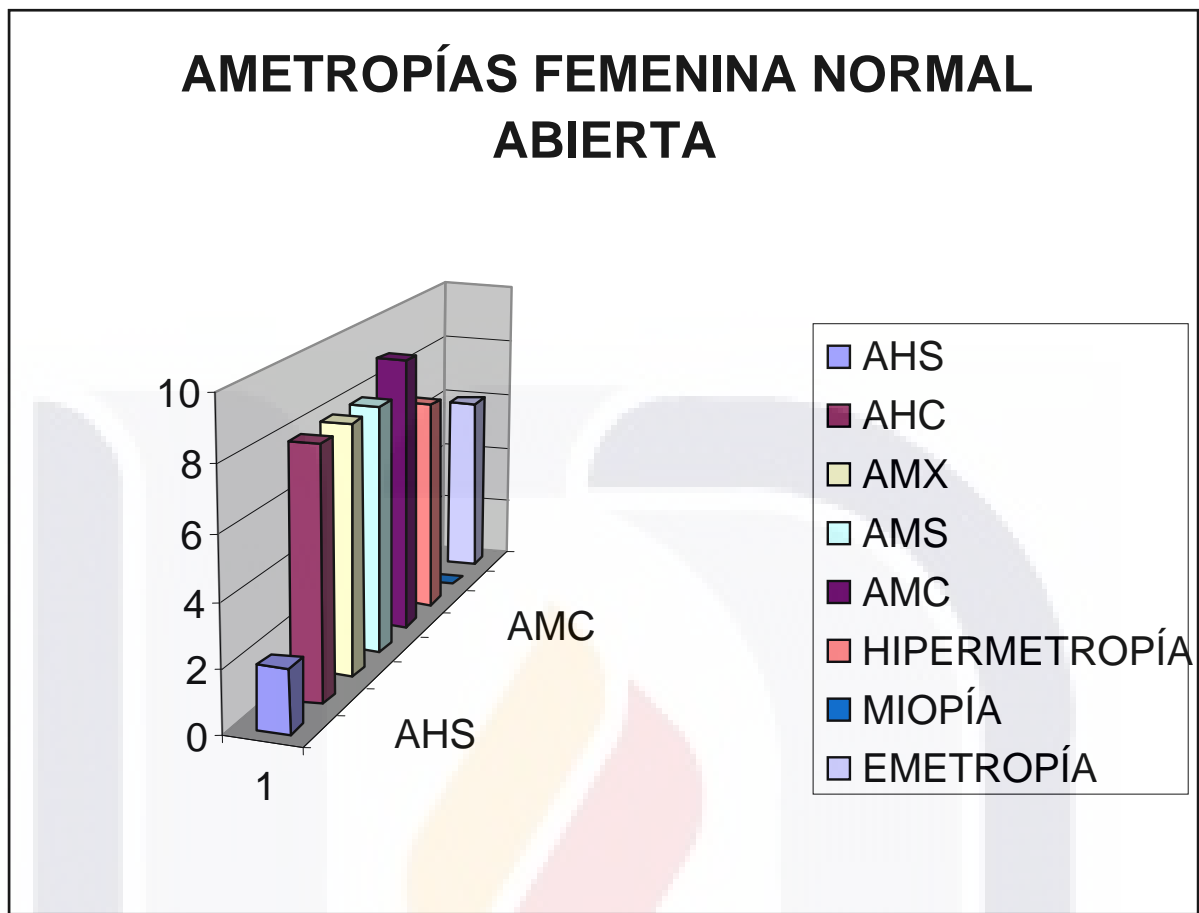


Fig. 22 Representación de incidencia de ametropías en el grupo femenino normal.

FEMENINA DOWN

En el grupo problema se evaluaron 20 personas con edad promedio de $13.15 \pm 4.36 \pm 0.97$ años. Nuevamente los resultados en ambos ojos fueron estadísticamente iguales. Así que se agruparán los resultados para un total de 40 ojos.

1.- Queratometrías

Los datos agrupados presentaron un valor promedio en la curvatura corneal horizontal de $44.29 \pm 1.89 \pm 0.30$ y $46.06 \pm 1.71 \pm 0.271$ DK para la curvatura vertical. Lo que representa un astigmatismo corneal de 1.77 DK. Ver fig. 23.

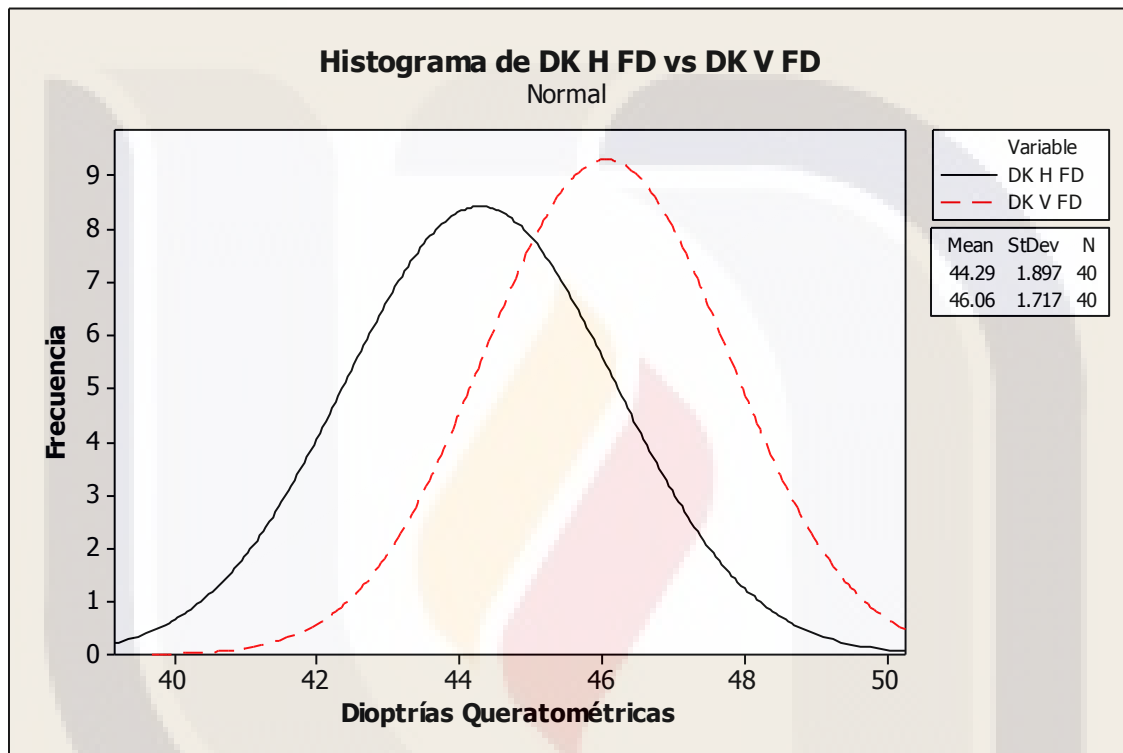


Fig. 23. Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales del grupo femenino Down.

2.- Ecografía

El valor promedio del eje óptico en la población Down fue de $22.66 \pm 1.74 \pm 0.276$ mm.

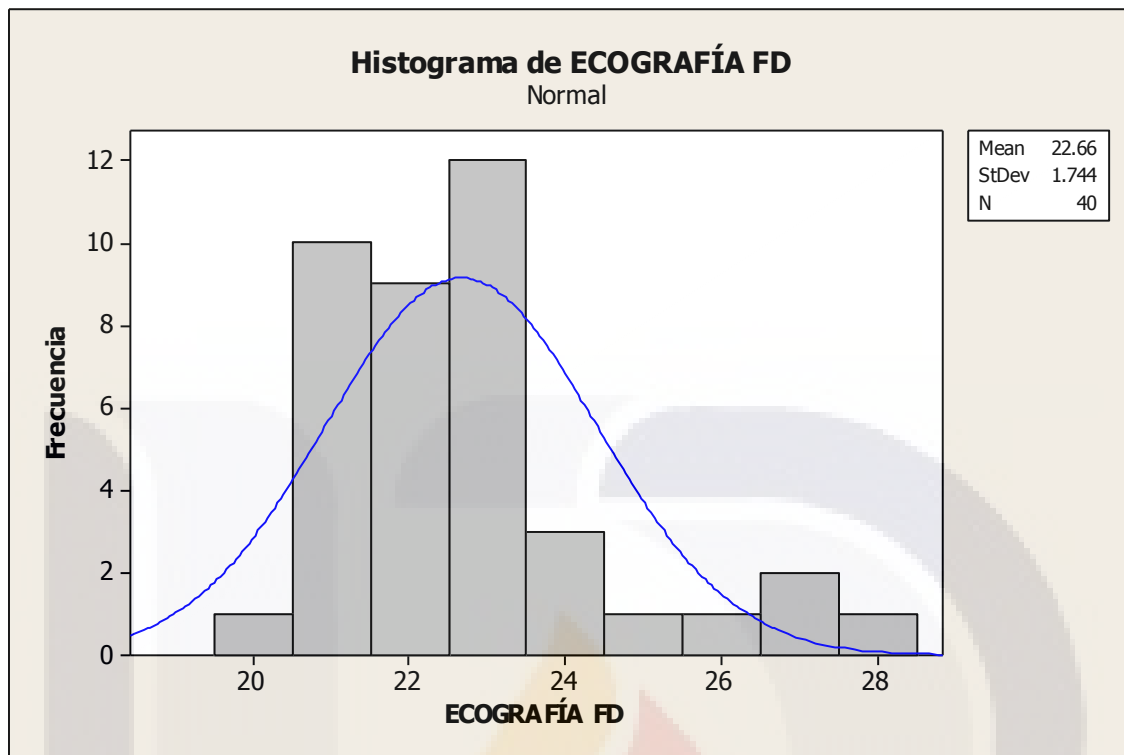


Fig. 24 Representación de la longitud axial del grupo femenino Down.

3.- Ametropías

El AHC se presentó con mayor frecuencia en un 67.5% de la población. Mientras que el AMX fue de 15% y AMC con 10%, seguido del AHS con 5% y solo el 2.5% tuvieron AMS. Ver fig. 25.

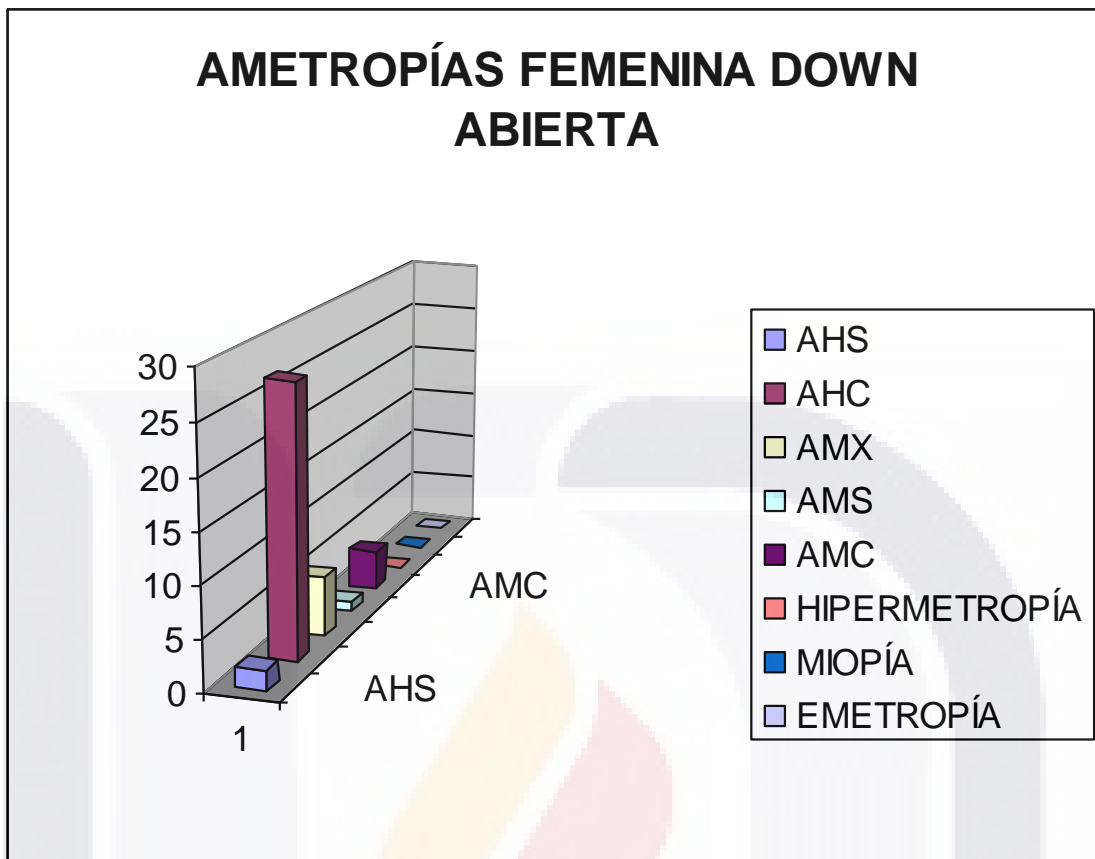


Fig. 25. Representación de la incidencia de ametropías en el grupo femenino trisómico.

TABLA 2 RESULTADOS DE POBLACIONES FEMENINAS ABIERTAS

QUERATOMETRÍAS	DK HORIZONTAL		DK VERTICAL	
	NORMAL n=48	DOWN n=40	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	43.36	44.29	44.77	46.06
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.49	1.89	1.51	1.71
ERROR ESTÁNDAR	0.216	0.30	0.219	0.271
DIFERENCIAS		+0.93 **		+1.29 ***

ECOGRAFÍA	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	22.87	22.66
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.51	1.74
ERROR ESTÁNDAR	0.219	0.276
DIFERENCIAS		-0.21 mm no significativa

*p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

AMETROPIÁS	PORCENTAJE	
	NORMAL	DOWN
AHS	4.16%	5%
AHC	16.66%	67.5%
AMX	16.66%	15%
AMS	16.66%	2.5%
AMC	18.75%	10%
Hipermetropía	14.58%	0%
Miopía	0%	0%
Emetropía	12.5%	0%

Con la finalidad de reducir las variables introducidas por parámetros como las diferencias del número de individuos entre los dos grupos, así como las diferencias de las edades específicas de los individuos, además de ser del mismo sexo, se seleccionaron los dos grupos con las mismas edades. Lo que llamaremos población seleccionada o de muestras pareadas.

5.2 RESULTADOS DE POBLACIONES SELECCIONADAS

Como se mencionó, con la finalidad de dar mayor confiabilidad al estudio, se seleccionaron muestras pareadas de cada población, es decir, se comparan individuos no solamente del mismo sexo sino también de la misma edad.

MASCULINO NORMAL

1.- Queratometrías

Se estudiaron 36 ojos de individuos normales que presentaron un valor promedio de $42.04 \pm 1.61 \pm 0.26$ DK para la curvatura horizontal. La curvatura vertical es de $43.47 \pm 1.54 \pm 0.25$ DK. Lo que determina un astigmatismo promedio de 1.43 DK. Ver fig. 26.

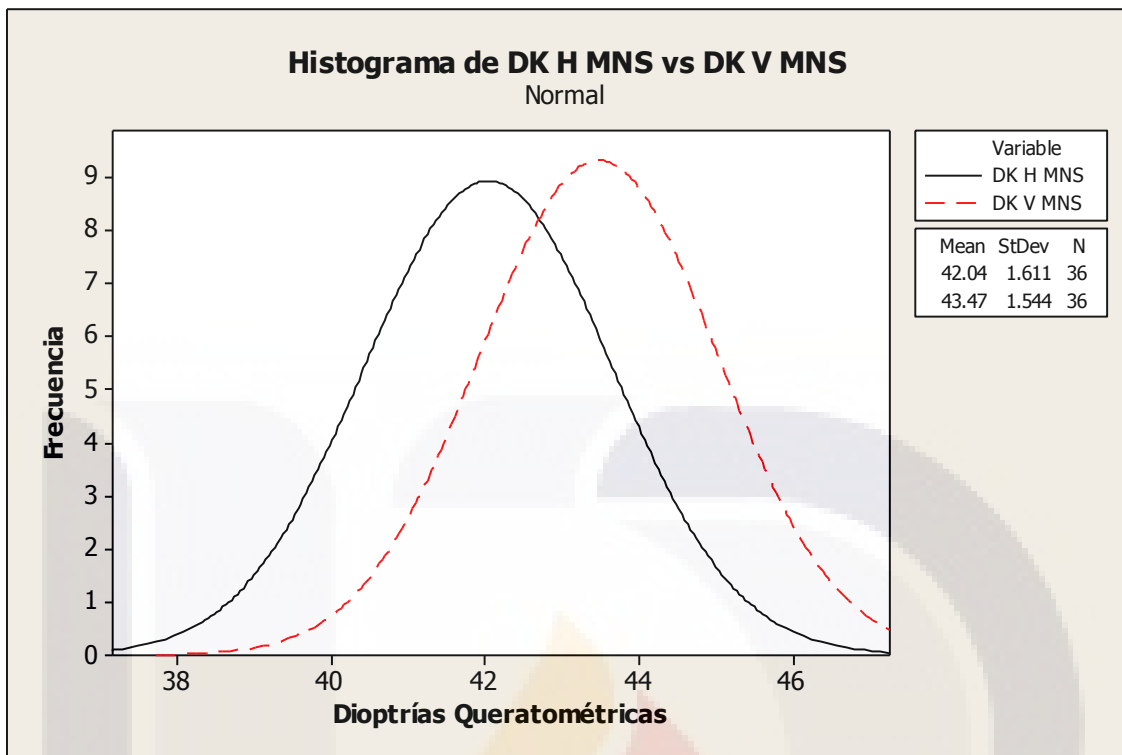


Fig. 26. Representación de las curvaturas corneales del grupo masculino normal seleccionado.

2.- Ecografía

El tamaño de eje anteroposterior fue de $23.73 \pm 1.75 \pm 0.29$ mm en ésta población. Ver fig. 27.

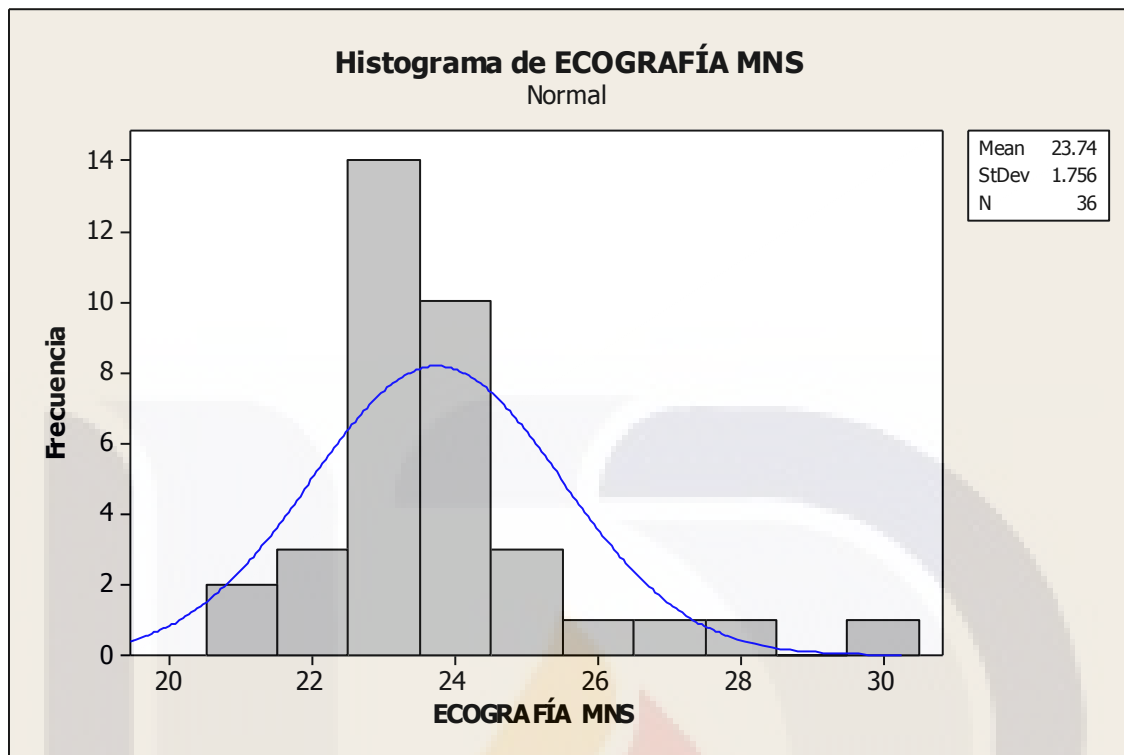


Fig. 27. Representación gráfica de la longitud axial de la población masculino normal seleccionada.

3.- Ametropías

Las ametropías de mayor frecuencia fueron el AHS con 30.55% y el AMX con 22.22%. Lo que es cuantitativamente semejante a lo encontrado en las poblaciones abiertas. El AMS y la Hipermetropía pura se presentaron en 13.88% cada uno. Mientras que el 8.33% presentó AMC y, la Miopía y AHC se presentaron únicamente en el 5.55% de la población cada una. Ver fig. 28.

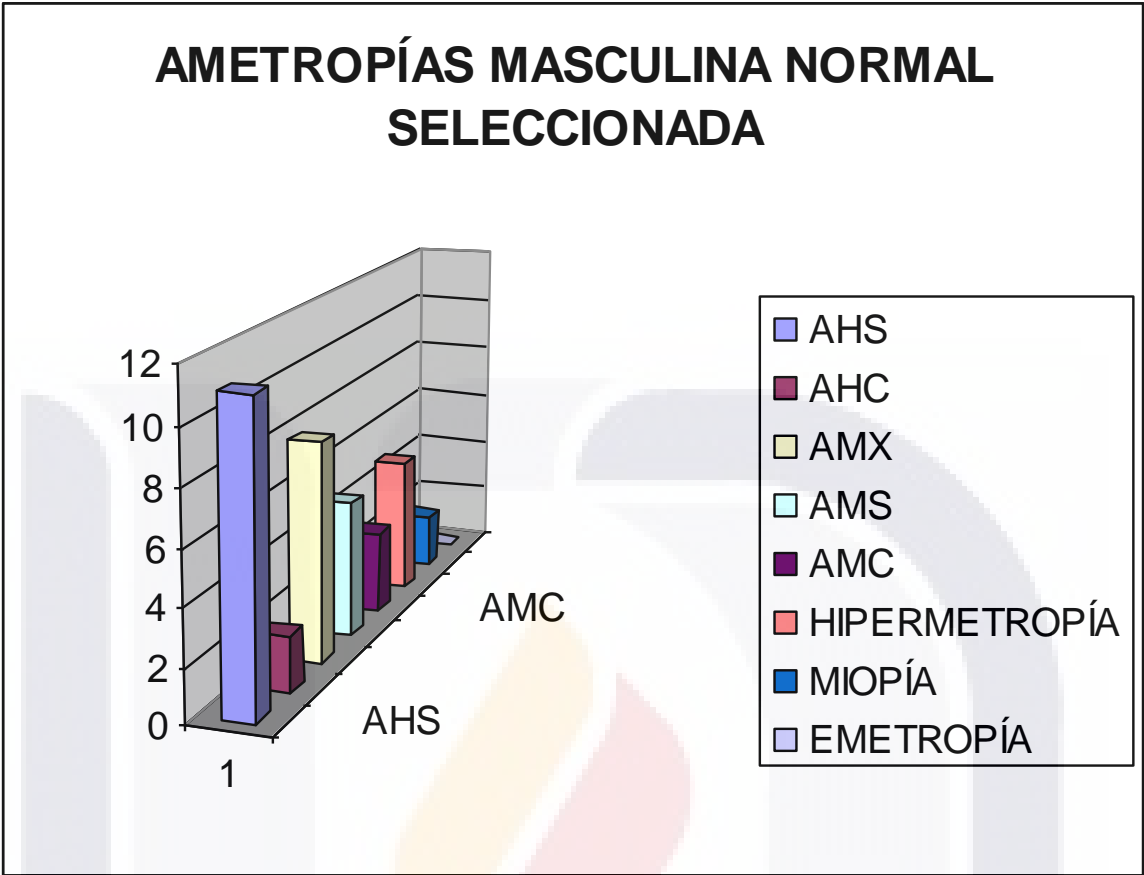


Fig. 28. Representación de la incidencia de ametropías en la población masculina normal seleccionada.

MASCULINA DOWN

1.- Queratometrías

La curvatura del meridiano horizontal, de los 36 ojos de individuos con síndrome Down fue de $42.89 \pm 2.14 \pm 0.35$ DK. Para el meridiano vertical fue de $45.05 \pm 2.08 \pm 0.34$ DK. Lo que representó un astigmatismo de 2.16 DK. Ver fig. 29.

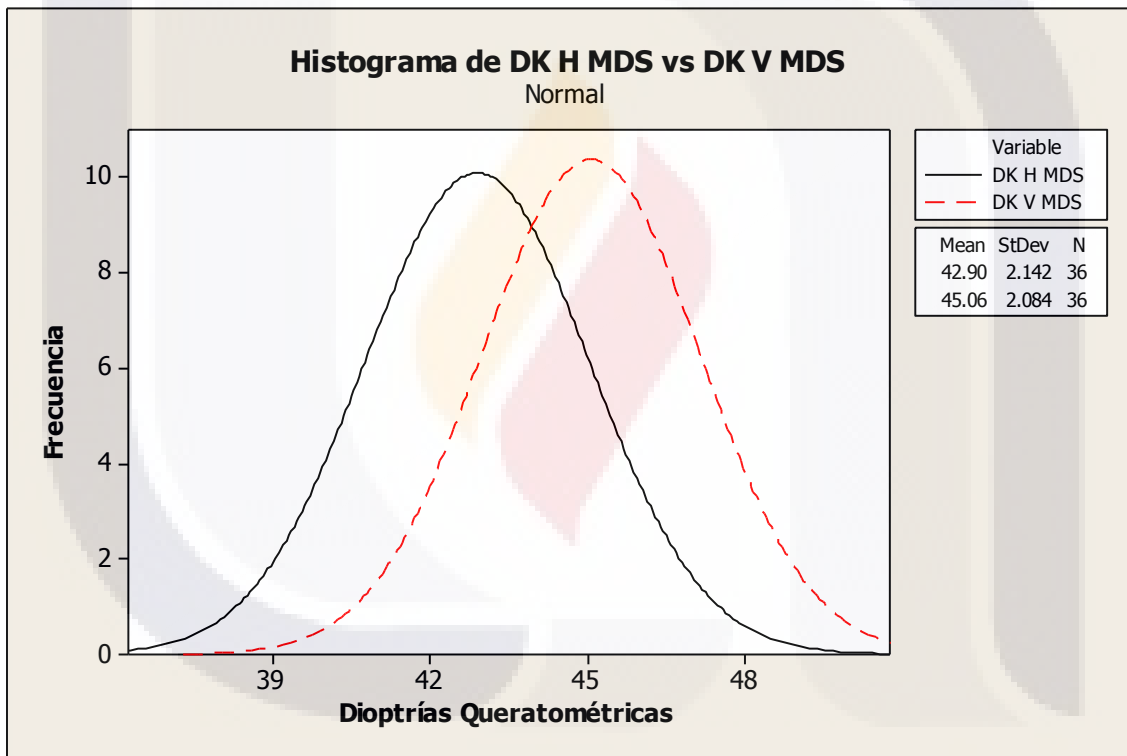


Fig. 29. Representación de las curvaturas corneales horizontales y verticales de la población masculina Down seleccionada.

2.- Ecografía

El promedio del tamaño de eje anteroposterior fue de $22.99 \pm 1.71 \pm 0.28$ mm. Ver fig. 30

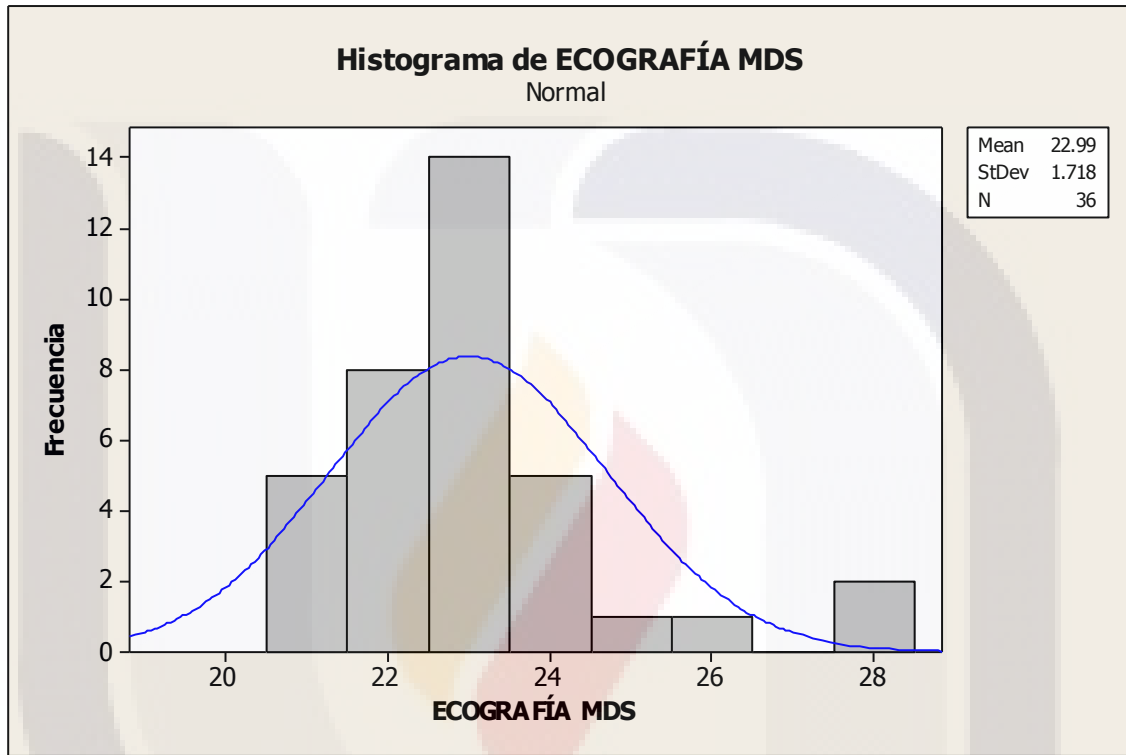


Fig. 30. Representación de la longitud axial de la población masculina Down seleccionada.

3.- Ametropías

El AHC fue el de mayor prevalencia con 52.77%, mientras que el AMC se presentó en 27.77% y el AMX en 13.88%. Finalmente el AHS sólo lo presentaron el 5.55% de la población. Ver fig 31.

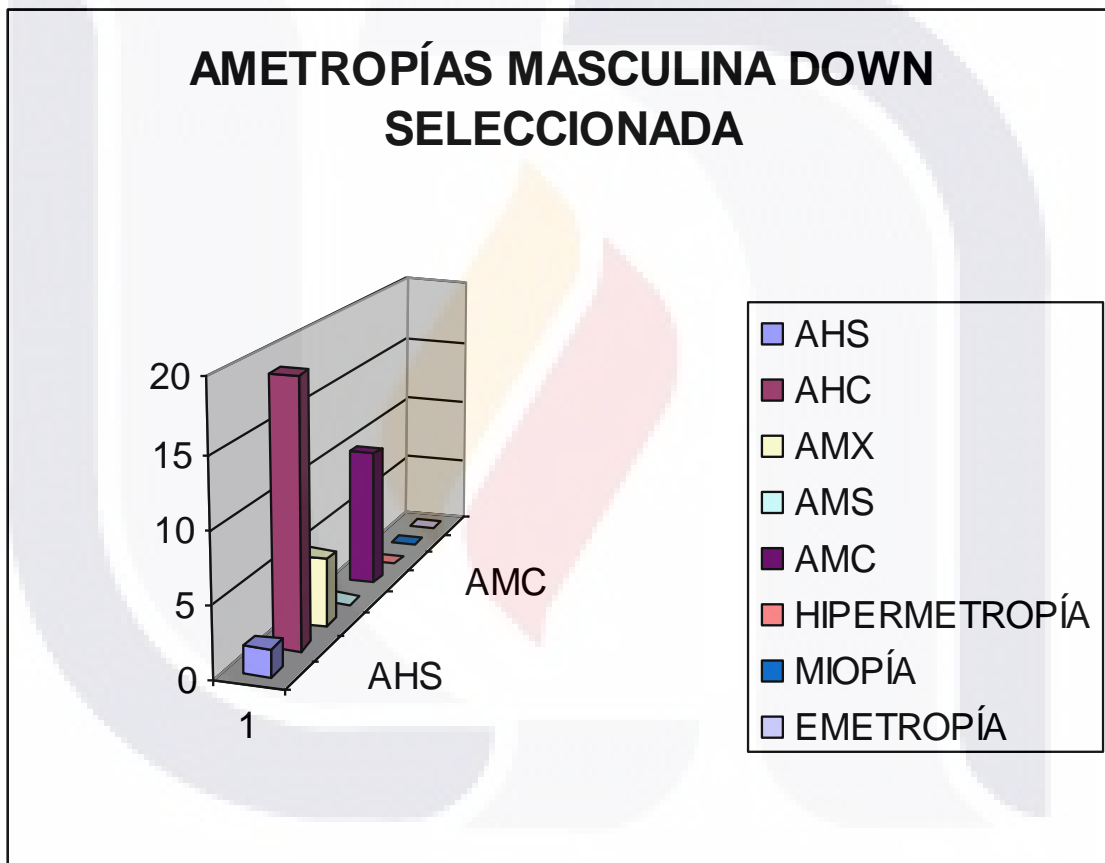


Fig. 31. Representación de la incidencia de ametropías en la población masculina Down seleccionada.

TABLA 3 RESULTADOS DE POBLACIONES MASCULINAS SELECCIONADAS

QUERATOMETRÍAS	DK HORIZONTAL		DK VERTICAL	
	NORMAL n=36	DOWN n=36	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	42.04	42.89	43.47	45.05
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.61	2.14	1.54	2.08
DIFERENCIAS		+0.85****		+1.58****

ECOGRAFÍA	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	23.73	22.99
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.75	1.71
DIFERENCIAS		-0.74 *

*p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

AMETROPIAS	PORCENTAJE	
	NORMAL	DOWN
AHS	30.55%	5.55%
AHC	5.55%	52.77%
AMX	22.22%	13.88%
AMS	13.88%	0%
AMC	8.33%	27.77%
Hipermetropía	13.88%	0%
Miopía	5.55%	0%
Emetropía	0%	0%

FEMENINO NORMAL

Se estudiaron 17 mujeres con edad promedio de $13.33 \pm 4.49 \pm 1.06$.

1.- Queratometrías

Se estudiaron 36 ojos de mujeres normales que presentaron un valor promedio de $43.26 \pm 1.58 \pm 0.264$ DK para la curvatura horizontal. La curvatura vertical es de $44.63 \pm 1.60 \pm 0.268$ DK. Lo que proporciona un astigmatismo de 1.37 DK. Ver fig. 32.

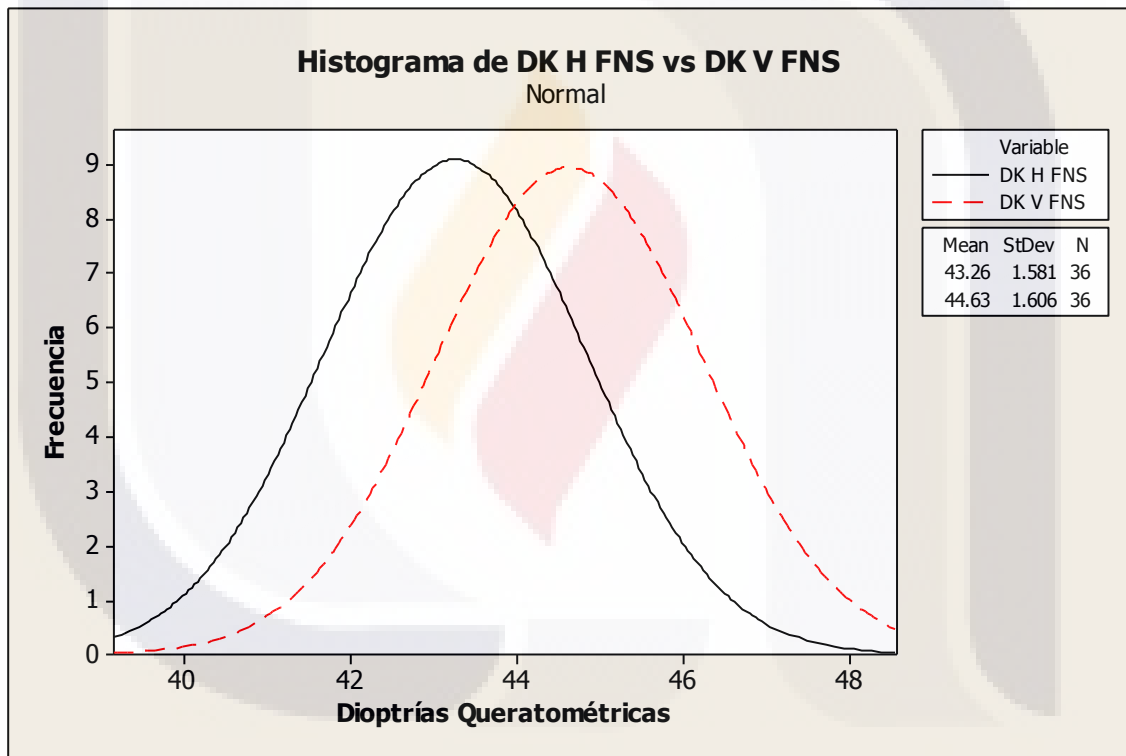


Fig. 32. Representación de las curvaturas corneales de la población femenina normal seleccionada.

2.- Ecografía

El tamaño de eje anteroposterior fue de $22.89 \pm 1.67 \pm 0.278$ mm. Ver fig. 33.

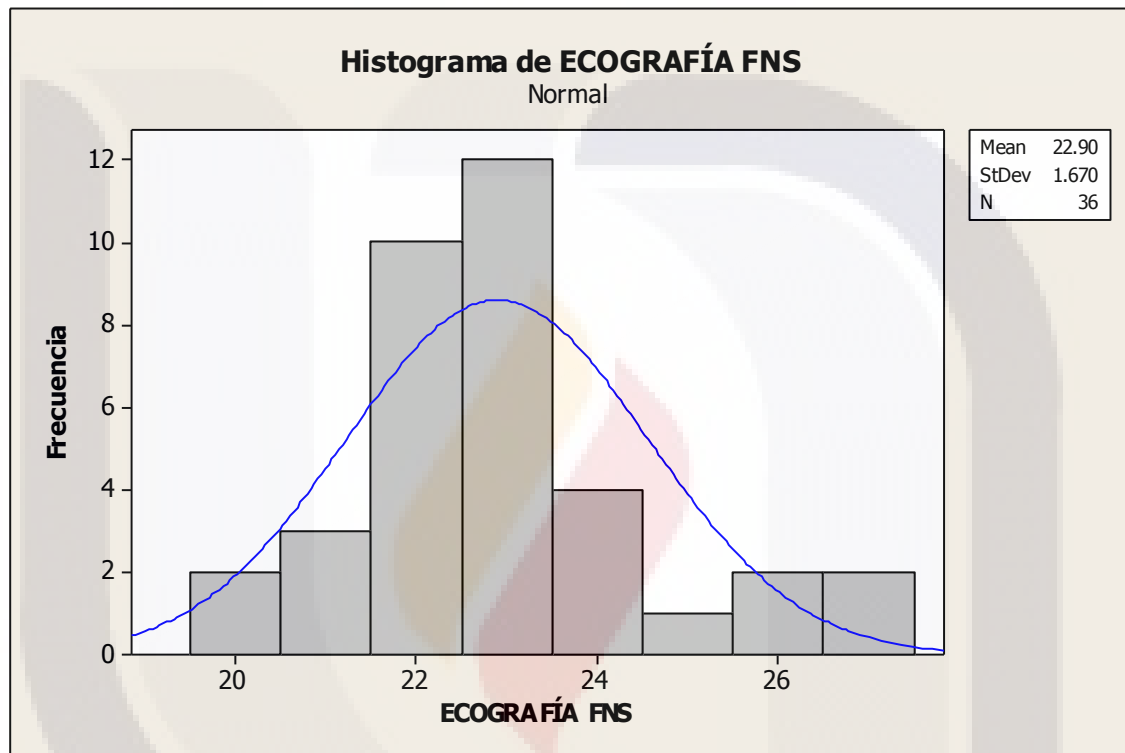


Fig. 33. Representación de la longitud axial de la población femenina normal seleccionada.

3.- Ametropías

En orden descendiente se presentaron el AMC en un 25%, el AHC con 22.22%, la Hipermetropía pura con 13.88%. Seguidos de la Emetropía, el AMX y AMS (11.11%). Finalmente los AHS se presento en un 5.55%. La tabla 2 en su porción izquierda resume éstos datos. Ver fig. 34.

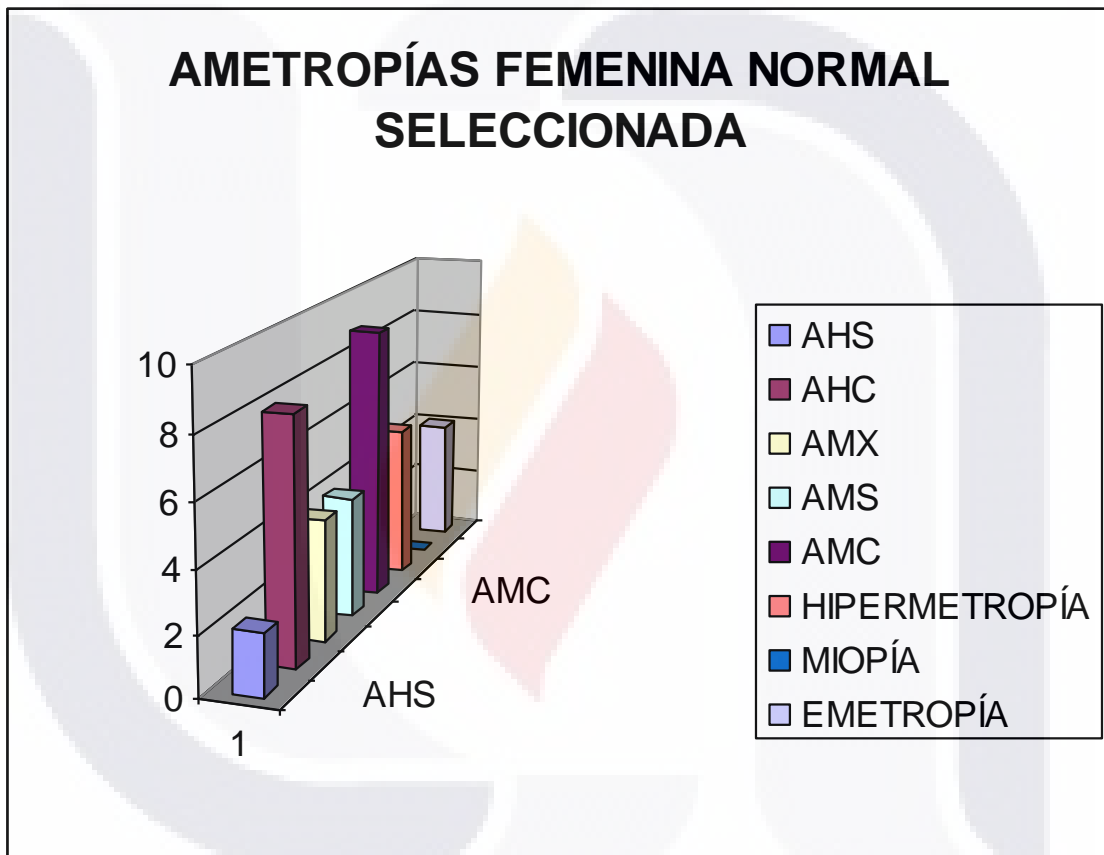


Fig. 34. Representación de la incidencia de ametropías de la población femenina normal seleccionada.

FEMENINO DOWN

Se estudiaron un total de 18 pacientes femeninas TS-21 con edad promedio de $13.39 \pm 4.55 \pm 1.07$ años. Las cuales presentaron lo siguiente:

1.- Queratometrías

La curvatura del meridiano horizontal, de los 36 ojos de pacientes con síndrome Down fue de $44.54 \pm 1.81 \pm 0.303$ y $46.25 \pm 1.69 \pm 0.282$ DK para el meridiano vertical. Lo que representa un astigmatismo de 1.71 DK. Ver fig. 35.

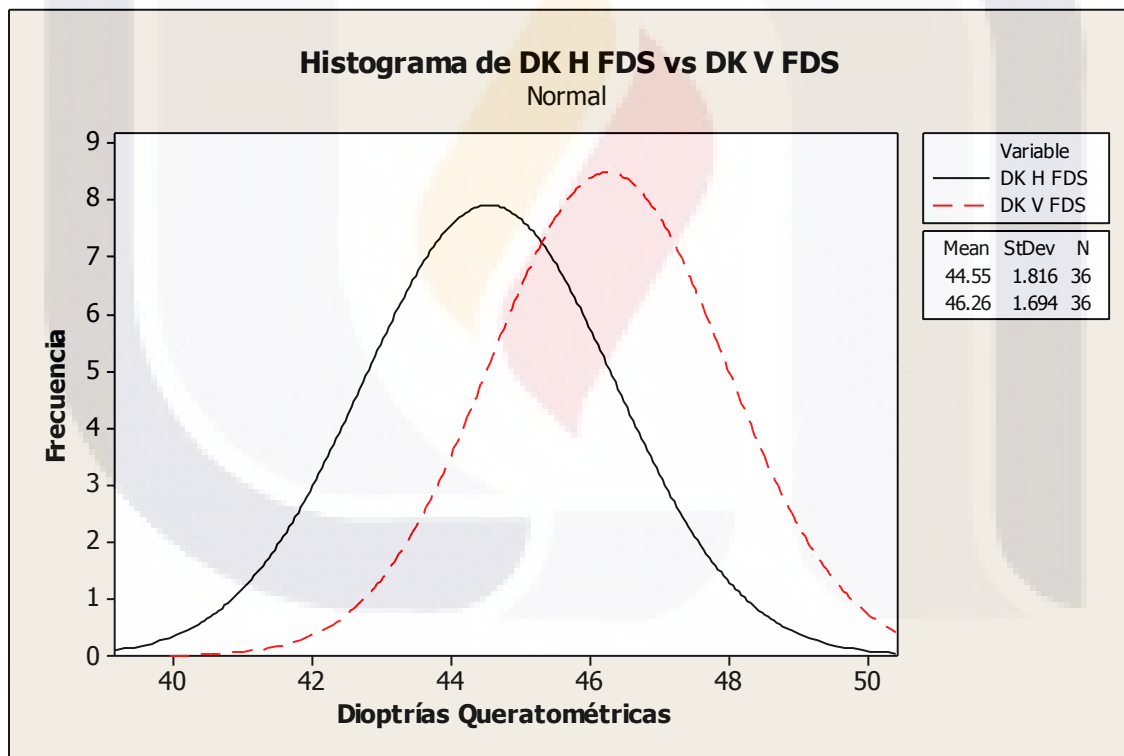


Fig. 35. Representación de las curvaturas corneales de la población femenina Down seleccionada.

2.- Ecografía

El promedio del tamaño de eje anteroposterior fue de $22.63 \pm 1.83 \pm 0.306$ mm.

Ver fig. 36.

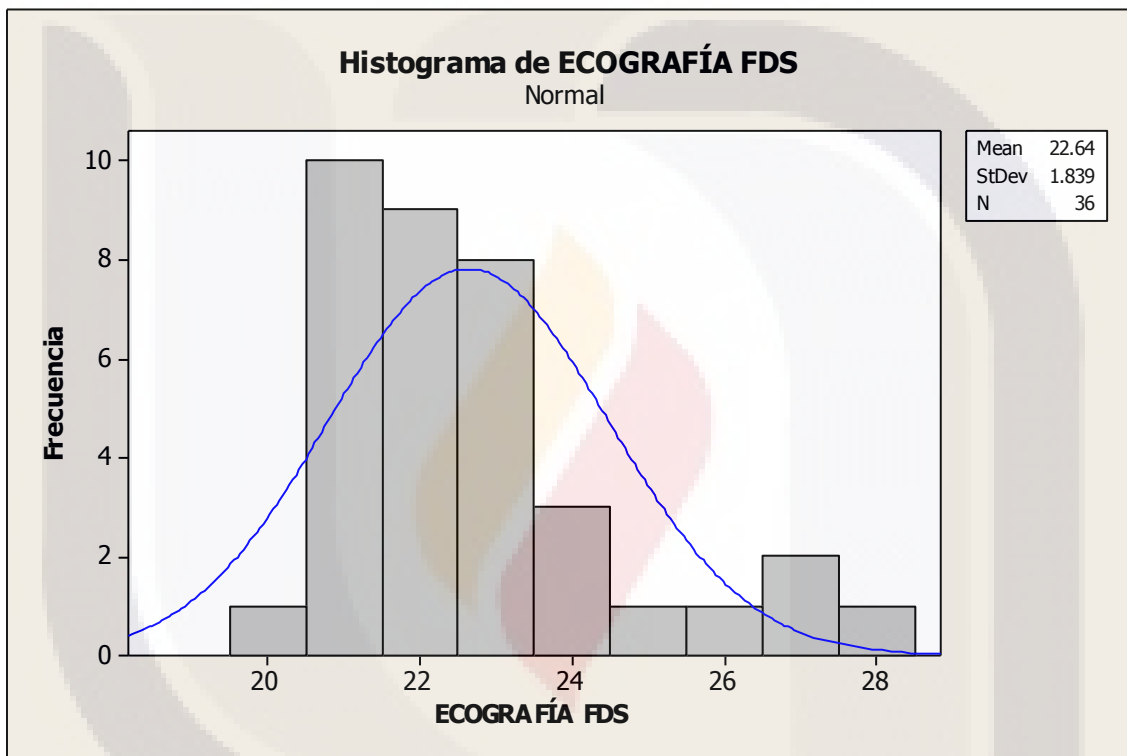


Fig. 36. Representación de la longitud axial de la población femenina Down seleccionada.

3.- Ametropías

La ametropía de mayor frecuencia en ésta población fue con mucho el AHC con 63.88%. Mientras que el AMX en 16.66% y el AMC se presentó en 11.11%. Por último, el AHS de 5.55% y el AMS sólo fue de 2.77%. La tabla 4 en su porción derecha, resume éstos datos. Ver fig. 37.

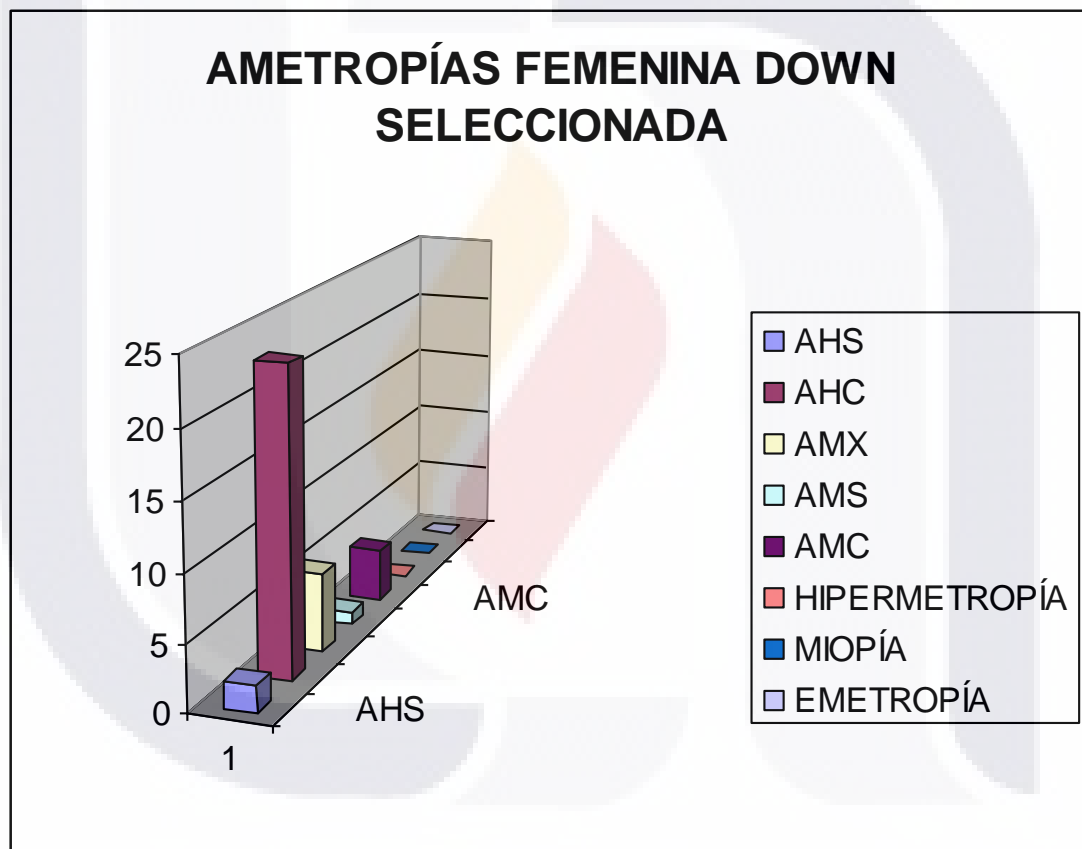


Fig. 37. Representación de la incidencia de ametropías de la población femenina Down seleccionada.

TABLA 4 RESULTADOS DE POBLACIONES FEMENINAS SELECCIONADAS

QUERATOMETRÍAS	DK HORIZONTAL		DK VERTICAL	
	NORMAL n=36	DOWN n=36	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	43.26	44.54	44.63	46.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.58	1.81	1.60	1.69
ERROR ESTÁNDAR	0.264	0.303	0.268	0.282
DIFERENCIAS		+1.28**		+1.62***

ECOGRAFÍA	NORMAL	DOWN
PROMEDIO	22.89	22.63
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.67	1.83
ERROR ESTÁNDAR	0.278	0.306
DIFERENCIAS		-0.26mm no significativa

*p<0.05

**p<0.01

***p<0.001

AMETROPIÁS	PORCENTAJE	
	NORMAL	DOWN
AHS	5.55%	5.55%
AHC	22.22%	63.88%
AMX	11.11%	16.66%
AMS	11.11%	2.77%
AMC	25%	11.11%
Hipermetropía	13.88%	0%
Miopía	0%	0%
Emetropia	11.11%	0%

5.3 DIFERENCIAS ENTRE LAS POBLACIONES ABIERTAS

A) MASCULINA

El grupo testigo que se estudio fue de un total de 23 individuos (46 ojos). Mientras que el control fue de 18 personas (36 ojos). Ambos con edad promedio de 13.30 años.

1) Córnea

Se evaluaron los dos meridianos principales de ambos grupos, encontrándose una diferencia significativa para las dos curvaturas. En el caso del meridiano horizontal, los individuos TS-21 presentan mayor curvatura 0.7 DK más respecto a los individuos normales, con un valor de $p < 0.05$. Mientras que en el meridiano vertical presentaron 1.38 DK más ($p < 0.001$). Por lo que hay una diferencia estadísticamente significativa en ambos meridianos, como son mayores esto favorecería a la presencia de miopías puras y astigmatismos miópicos. Ver fig. 38 a y b.

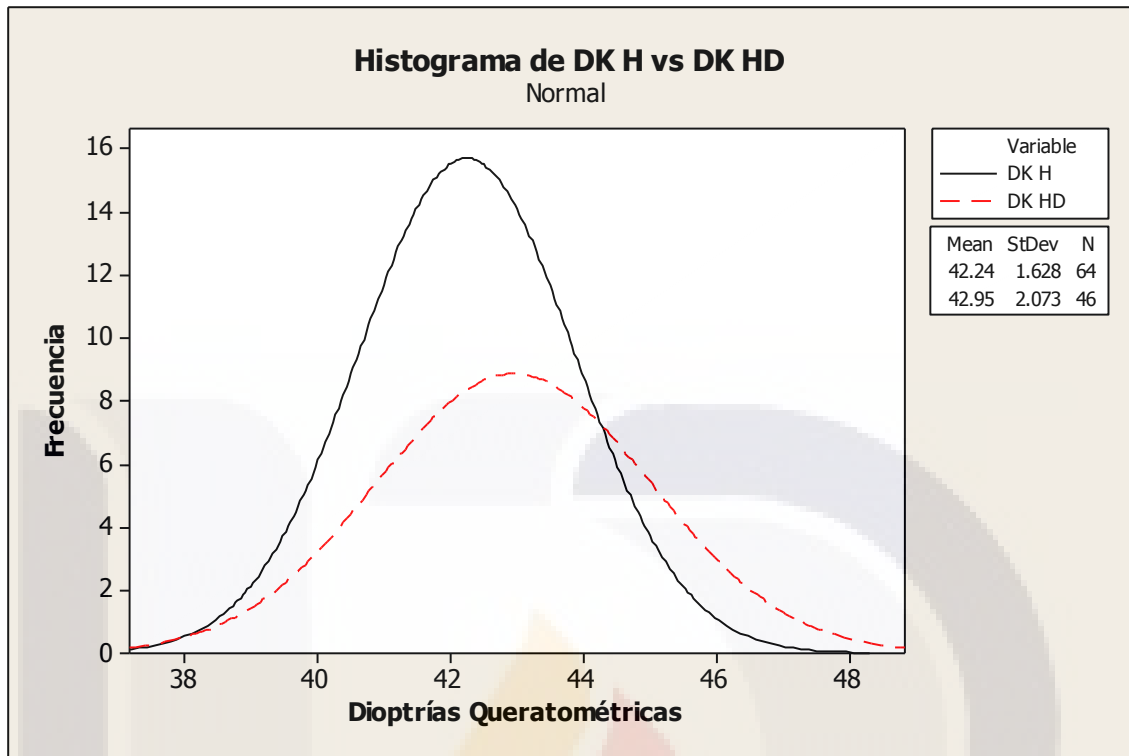


Fig. 38a. Representación de las curvaturas corneales horizontales del grupo masculino normal vs. masculino Down.

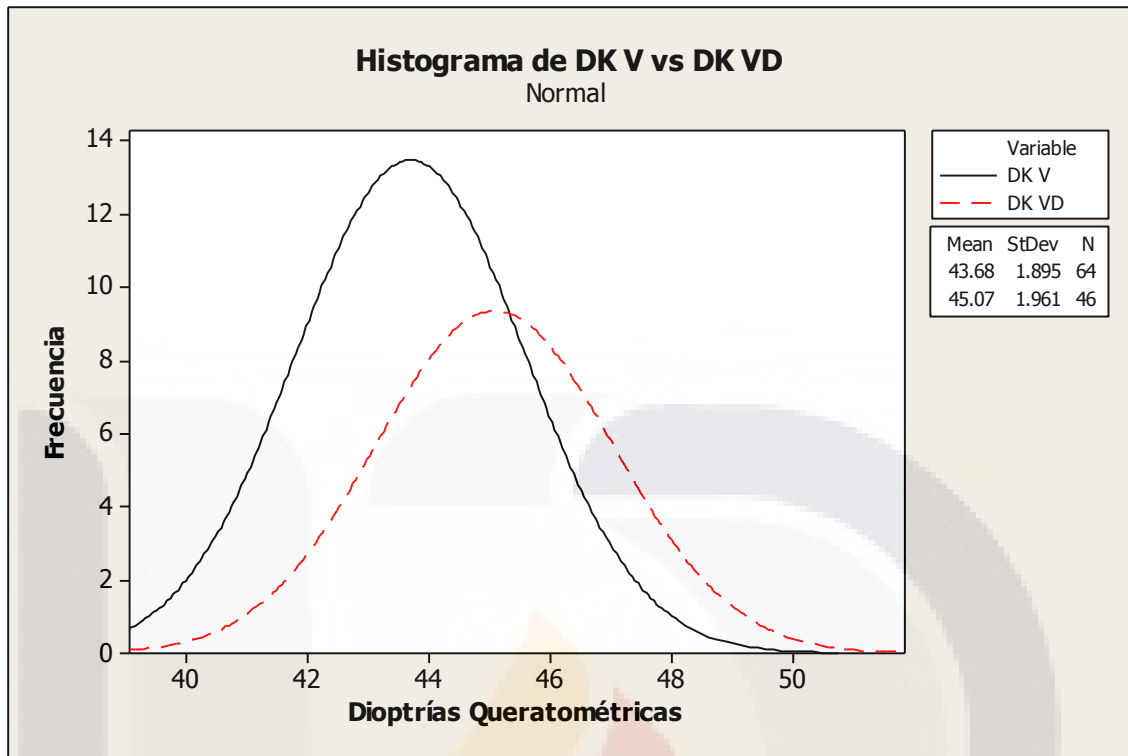


Fig. 38b. Representación de las curvaturas corneales del meridiano vertical de la población masculina normal vs. Masculina Down.

2) Longitud Axial

En el caso del diámetro anteroposterior del ojo, se presentó un menor tamaño ocular en los individuos con TS-21 de 0.72mm con un valor de $p < 0.01$. lo cual favorecería un incremento de hipermetropías puras y astigmatismos hipermetrópicos. Ver fig. 39.

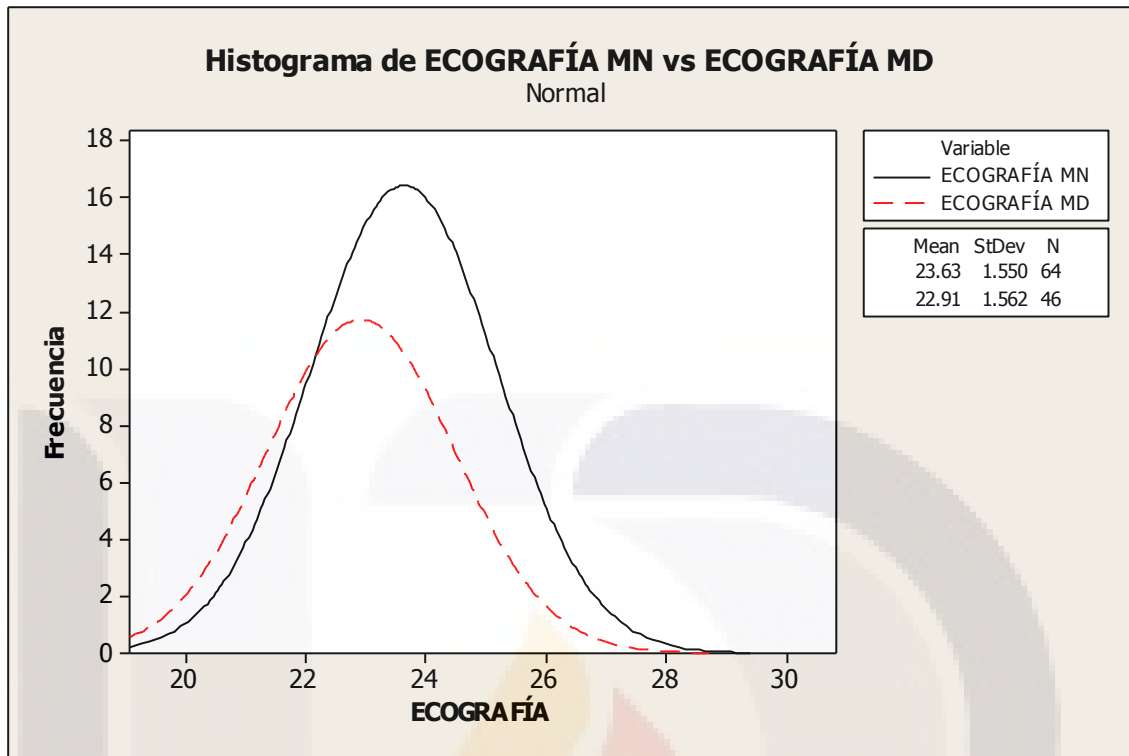


Fig. 39. Representación de la longitud axial de los individuos masculinos normales vs. masculino Down.

3) Ametropías

Los individuos trisómicos presentaron un incremento importante del AHC en 55.56% respecto a los normales. Así como una disminución en AHS de 15.21% y AMX 3.75%. Ver fig. 40.

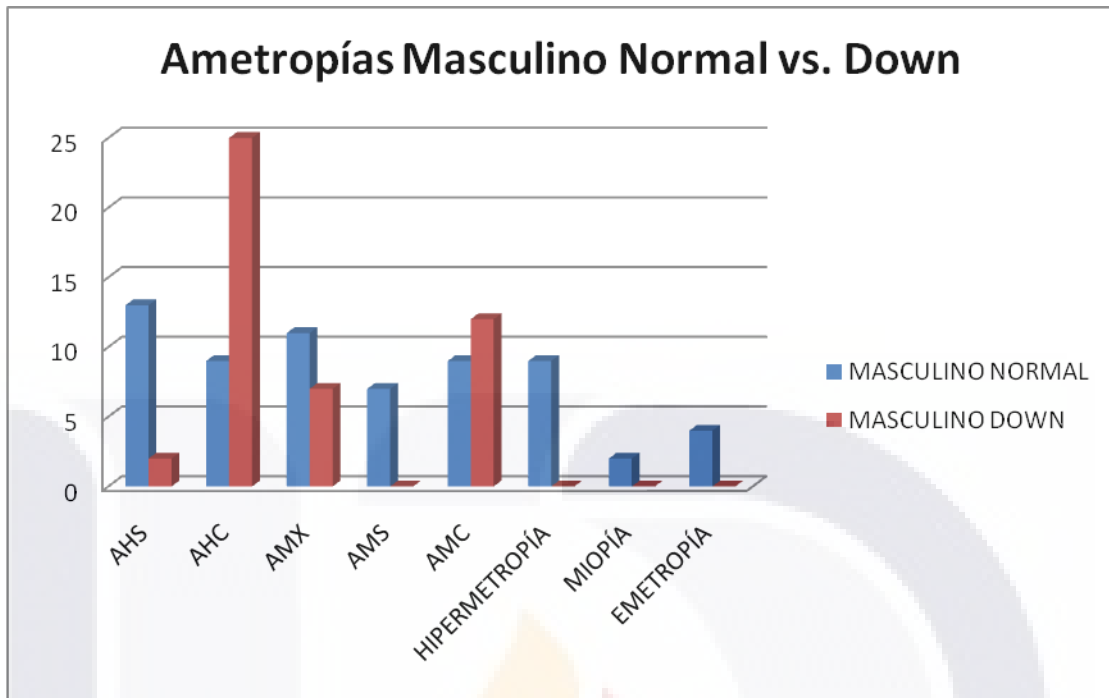


Fig. 40. Representación de las ametropías de la población Masculina normal vs. Down.

B) FEMENINA

La población normal fue de 24 pacientes (48 ojos) con edad promedio de 13.50 años. En el caso de la población trisómica se revisaron 20 mujeres (40 ojos) con edad promedio de 13.15 años

1) Córnea

En las dos curvaturas que se estudiaron se presentó un incremento importante en las mujeres trisómicas de 0.93 DK ($p < 0.01$) para el meridiano horizontal y 1.29 DK ($P < 0.001$) para el vertical. En ambos meridianos se favorecería la presencia de miopías puras y astigmatismos miópicos. Ver fig. 41 a y b.

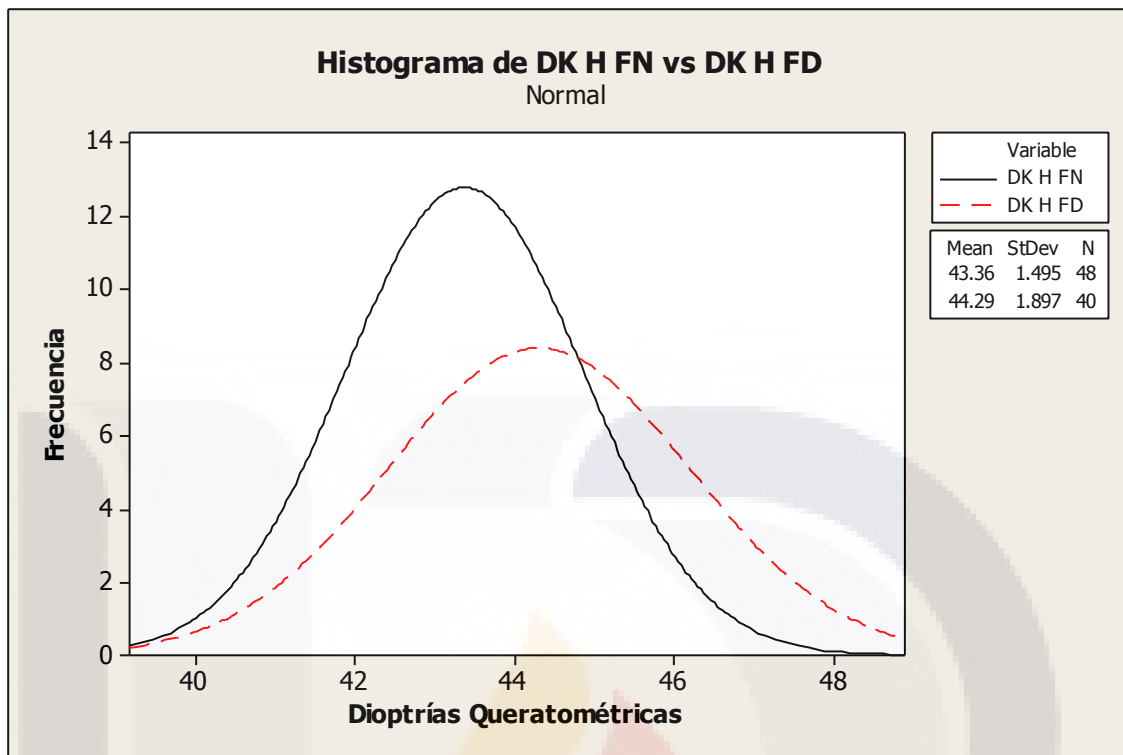


Fig. 41a Representación de las curvaturas corneales horizontales del grupo femenino normal vs. Down.

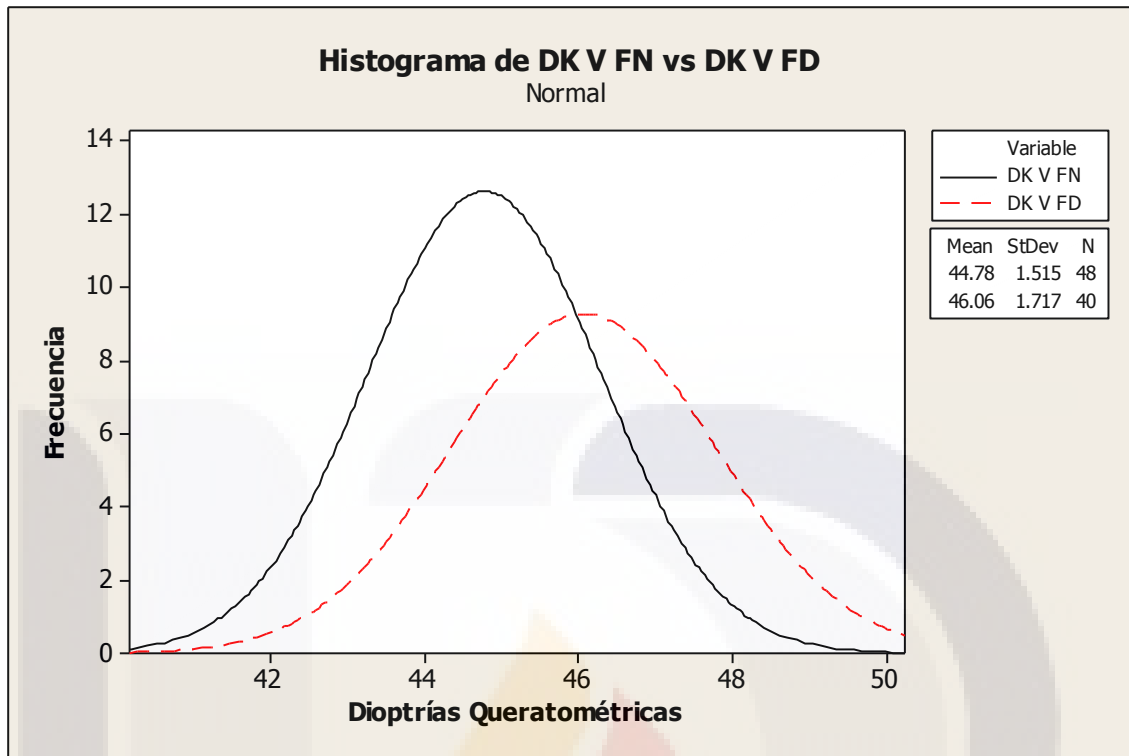


Fig. 41b. Representación de las curvaturas corneales verticales de los grupos femeninos normales vs. Down.

2) Longitud Axial

El diámetro anteroposterior del globo ocular no presenta diferencias significativas en el grupo femenino. En las mujeres normales fue de 22.87mm y 22.66mm para las mujeres trisómicas.

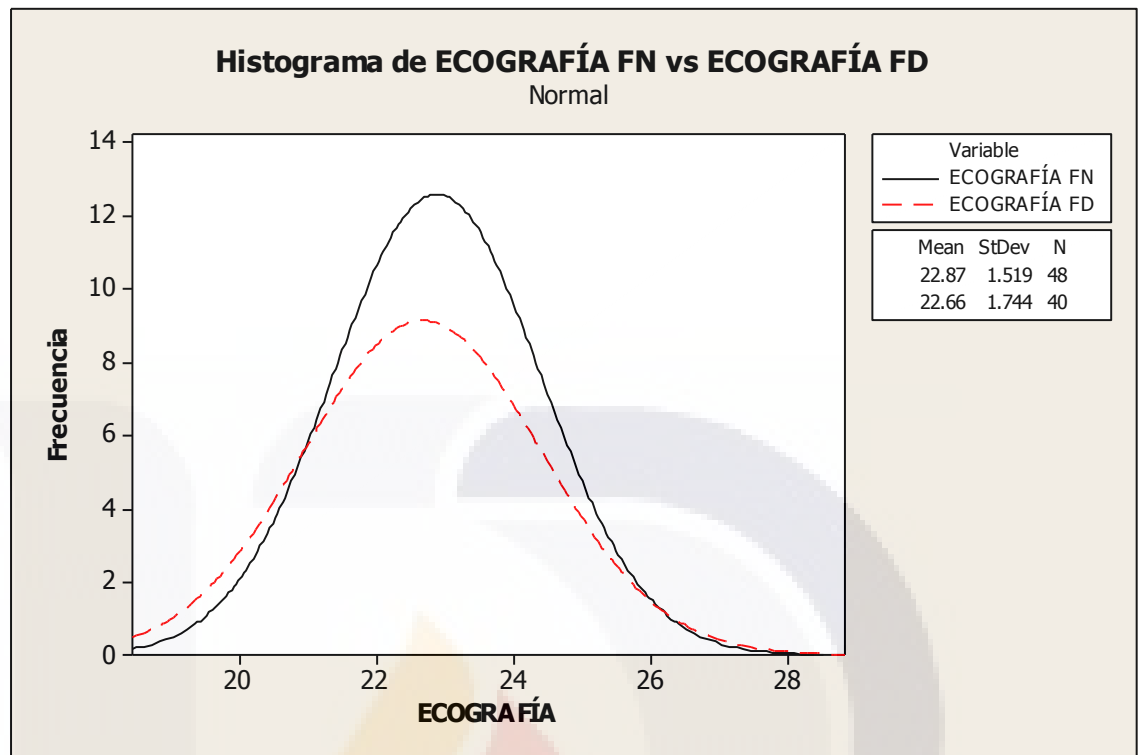


Fig. 42. Representación de la longitud axial de los grupos femeninos normales vs. Down.

3) Ametropías

El AHC presentó un incremento significativo en el grupo con TS-21 DE 50.84%. La hipermetropía disminuyó 14.58%, la emetropía 12.5% y el AMS disminuyó el 14.16%. Mientras que el AMC y AMX disminuyeron 8.75% y 1.66% respectivamente. Ver fig. 43.

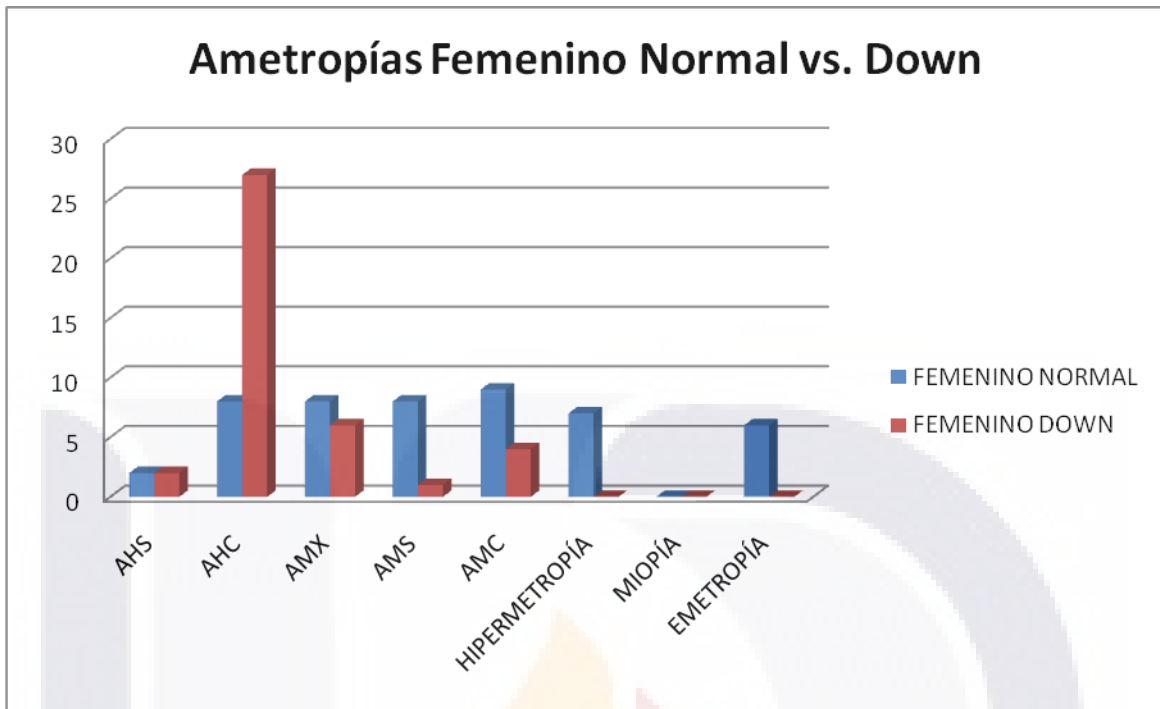


Fig. 43. Representación de las ametropías de los grupos femeninos normales vs. Down.

5.4 DIFERENCIAS ENTRE POBLACIONES SELECCIONADAS

Se realizó una selección tanto de población masculina como femenina para comparar individuos de igual sexo y edad. Esto con la finalidad de dar mayor confiabilidad al estudio, como ya se ha mencionado.

A) MASCULINA

Se evaluaron 36 ojos de individuos normales y 36 ojos de individuos con TS-21 con edad promedio de 13.30 años.

1) Córnea

En el grupo con SD se presentó un aumento significativo en la curvatura corneal de los dos meridianos principales. Para el meridiano horizontal el incremento fue de 0.85 DK con un valor de $p < 0.001$, lo cual es altamente significativo. En el meridiano vertical el incremento fue de 1.58 DK con valor de $p < 0.001$. Ver fig. 44 a y b.

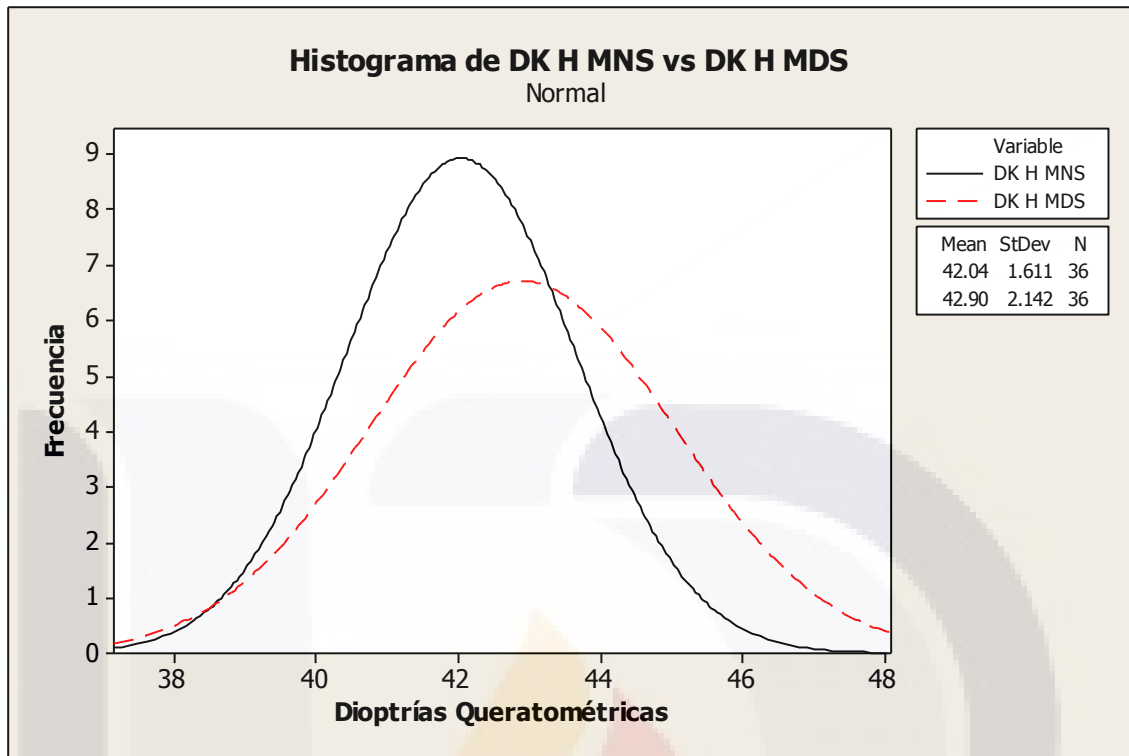


Fig. 44 a Representación de las curvaturas corneales horizontales de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. masculina Down.

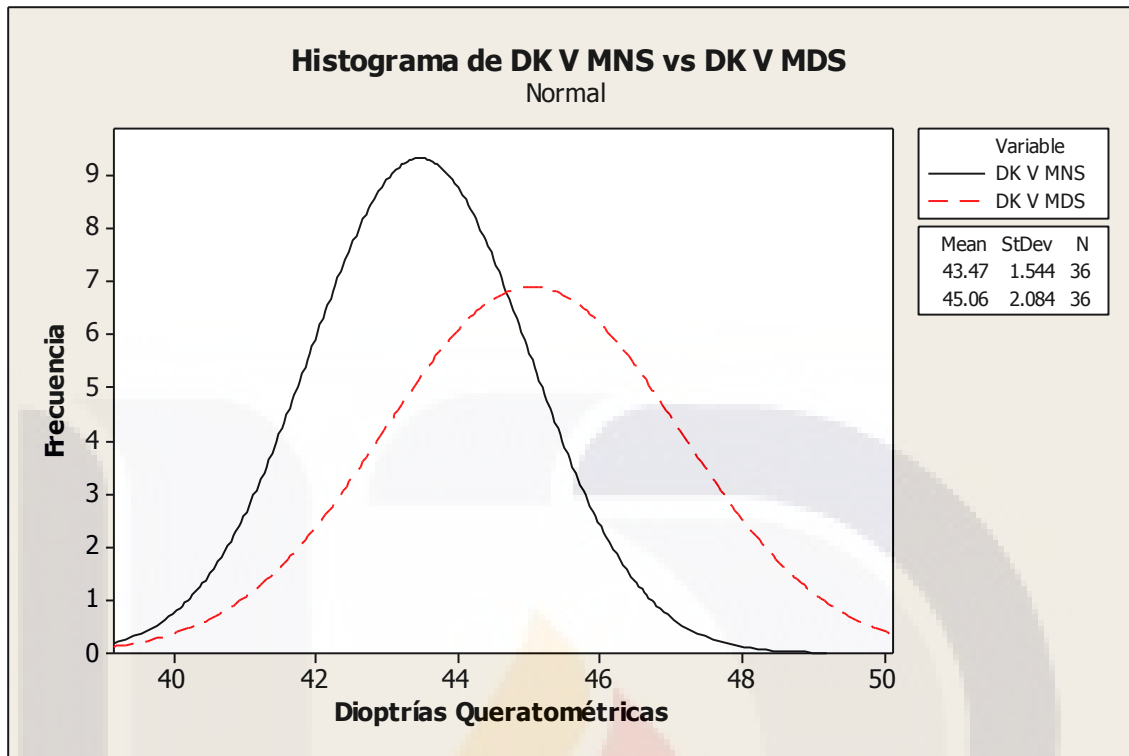


Fig. 44 b Representación de las curvaturas corneales verticales de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. masculina Down.

2) Longitud Axial

El diámetro anteroposterior del ojo en la TS-21 presentó una disminución de 0.74mm $p < 0.05$. Ver fig. 45.

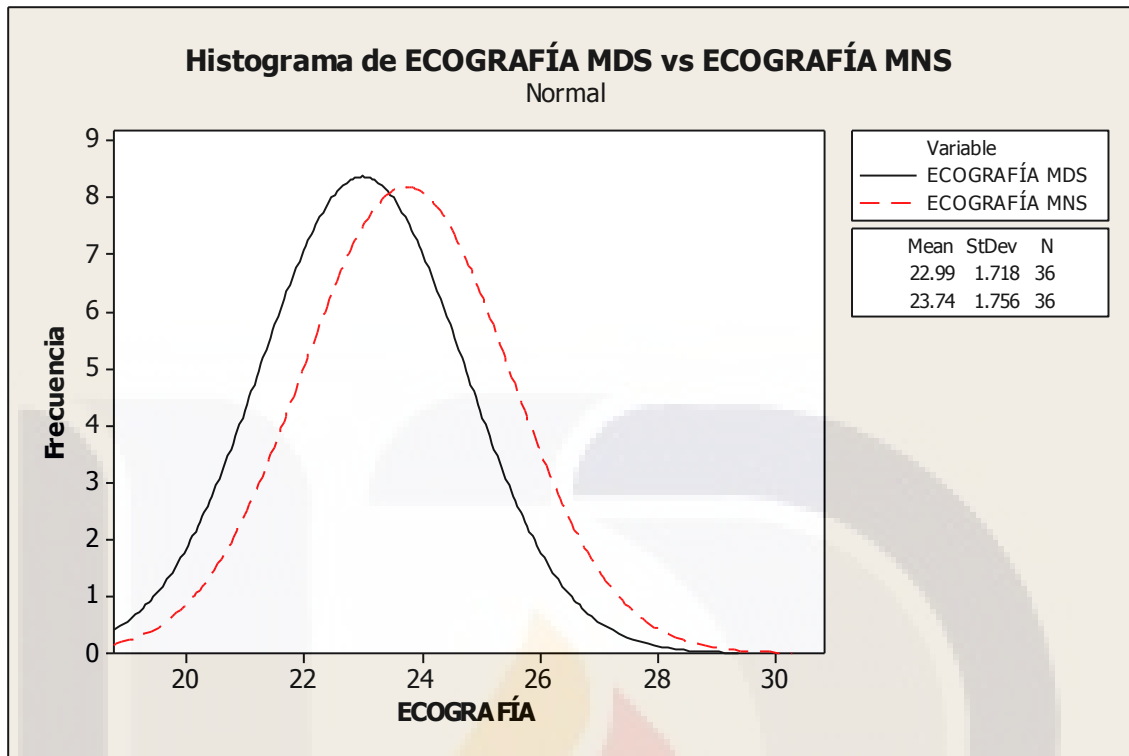


Fig. 45. Representación de la longitud axial de las poblaciones seleccionadas masculina normal vs. masculina Down.

3) Ametropías

En esta población prevalece el AHC en los individuos con SD con 47.22% más que en los normales. Mientras que el AMC se incrementó en un 19.44%. En el caso del AHS disminuyó 25% y el AMX se redujo un 8.34%. El AMS y la hipermetropía pura se redujeron 13.88% cada una. Así como la miopía en 5.55%

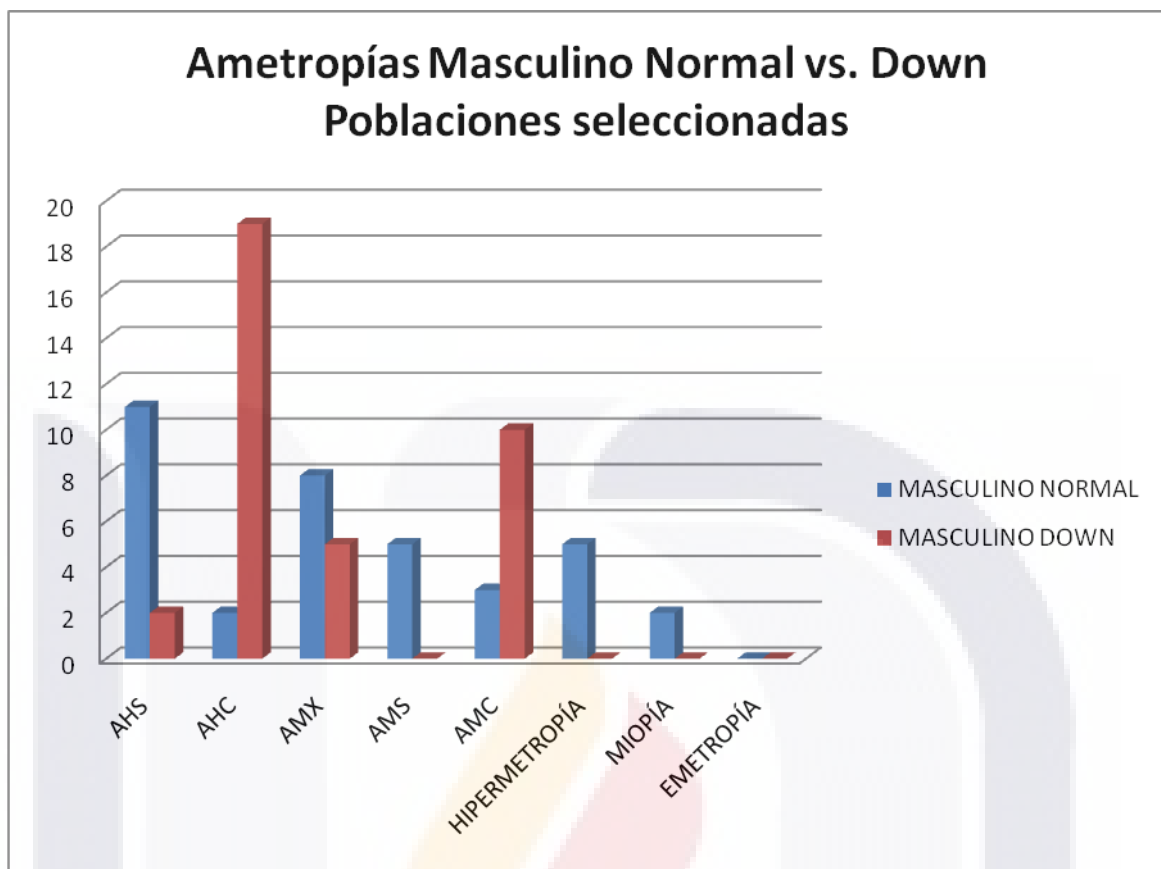


Fig. 46. Representación de la incidencia de ametropías en las poblaciones seleccionadas masculino normal vs. Down.

B) FEMENINA

Se estudiaron 34 ojos en la población femenina normal y 34 ojos en la trisómica. La edad promedio de cada grupo fue de 13.33 años.

1) Córnea

Los dos meridianos principales de la córnea de las mujeres con TS-21 presentan un aumento importante con respecto al grupo control. Para el meridiano horizontal el incremento fue de 1.28 DK con valor de $p < 0.01$ y en el meridiano vertical fue de 1.62 DK con valor de $p < 0.001$. Los cuales son altamente significativos. Ver fig. 47 a y b.

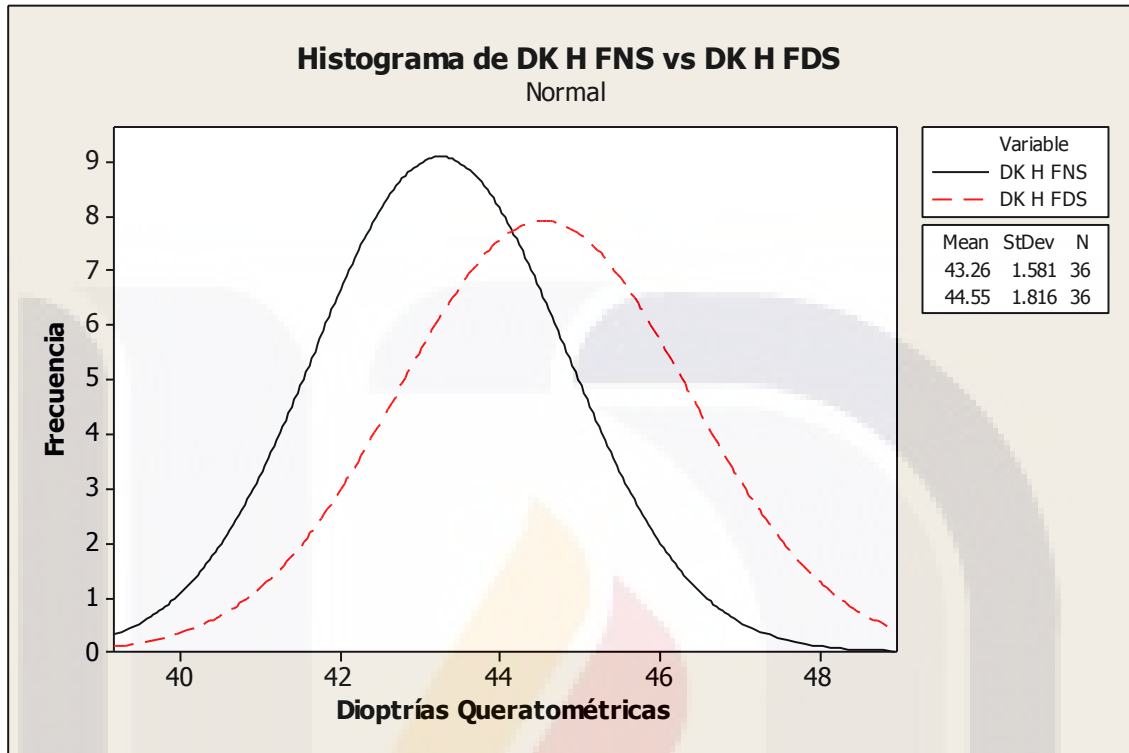


Fig. 47 a Representación de las curvaturas corneales horizontales de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down.

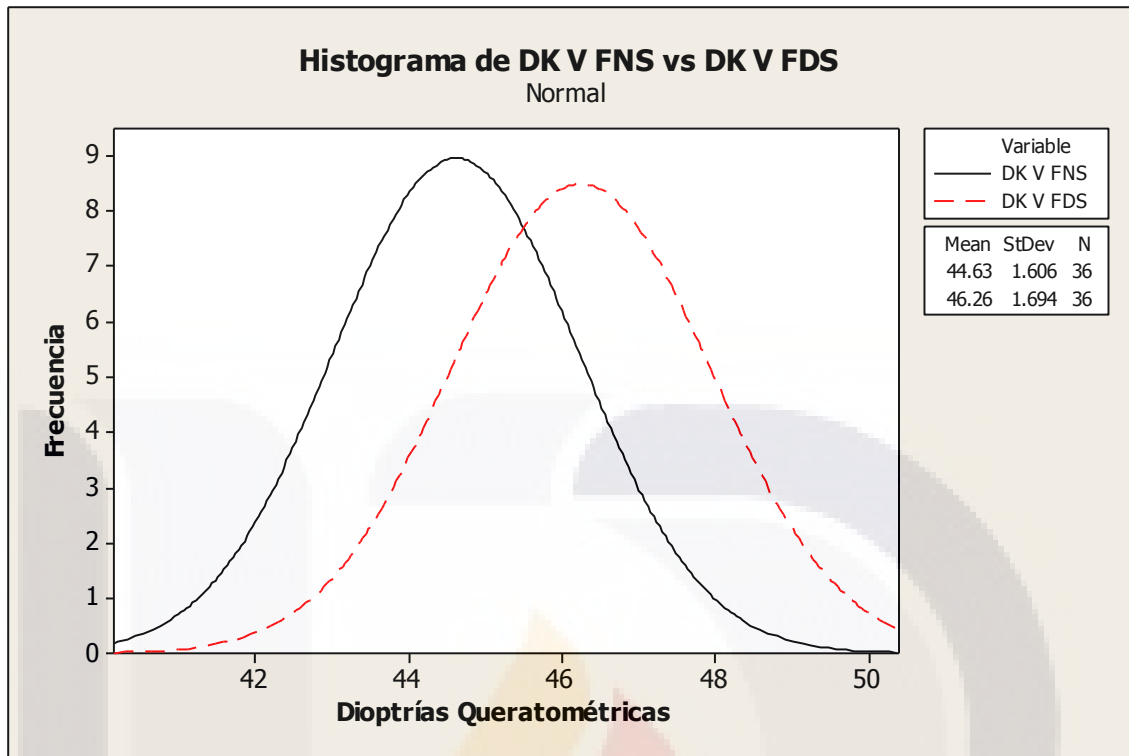


Fig. 47 b Representación de las curvaturas corneales verticales de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. Down.

2) Longitud Axial

El diámetro ocular no presentó diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de estudio, el valor promedio fue de 22.89mm en las mujeres normales y 22.63mm en las trisómicas. Ver fig. 48.

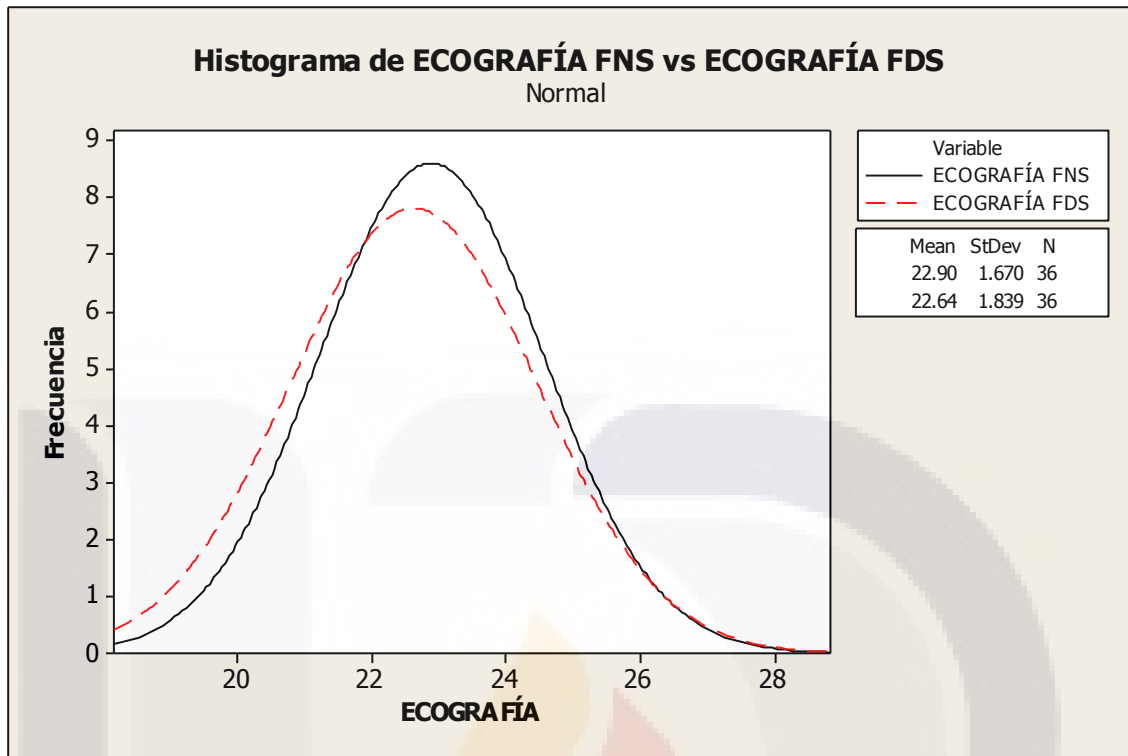


Fig. 48 Representación de la longitud axial de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina Down.

3) Ametropías

El incremento del AHC fue de 41.66% en el grupo problema con respecto al control. Mientras que el AMX solo se incrementó un 5.55%. Las ametropías que presentaron disminución fueron el AMC y AMS con 14.11% y 8.34% respectivamente. Ver fig. 49.

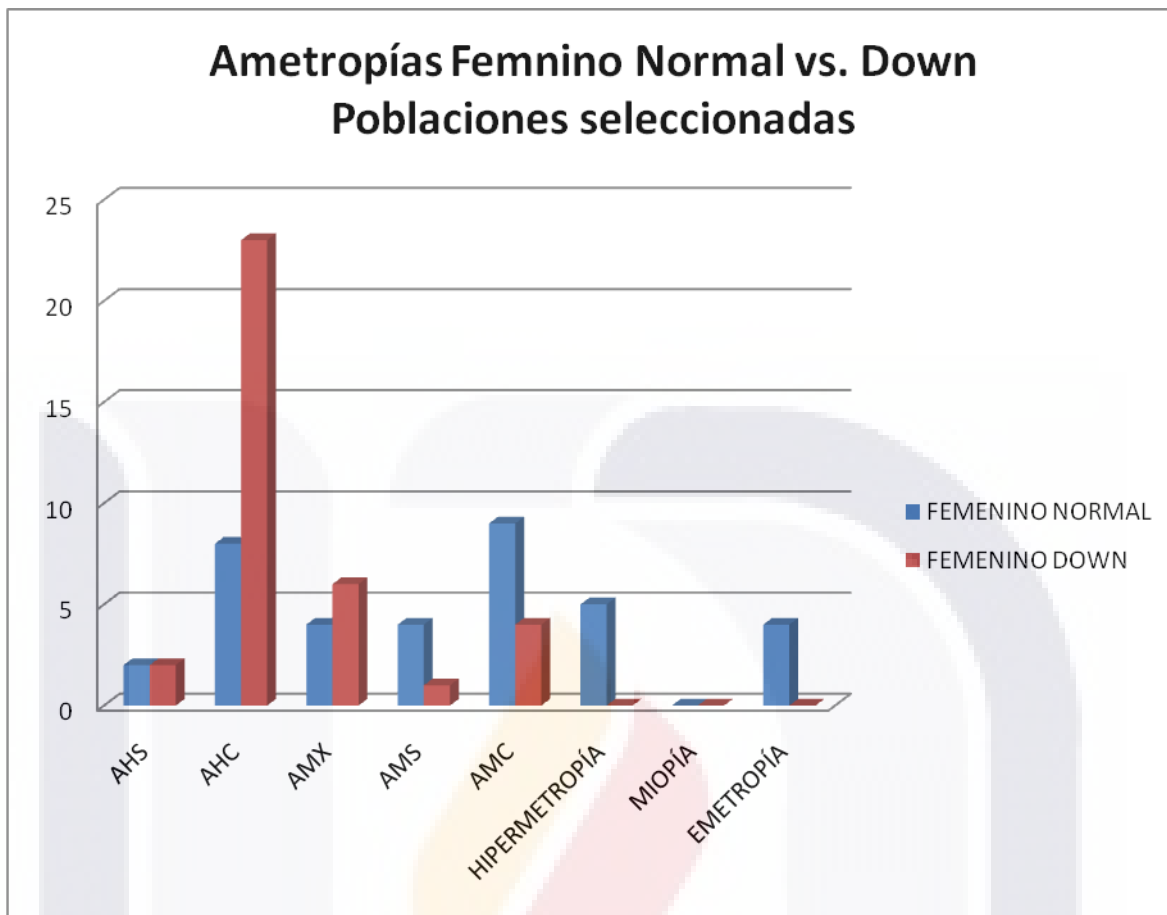


Fig. 49. Representación de las ametropías de las poblaciones seleccionadas femenina normal vs. femenina seleccionada.

DISCUSIÓN

El presente estudio confirma que la población con síndrome Down presenta mayor número de ametropías que el control. En la población Down existe mayor cantidad de astigmatismos. Estos resultados son semejantes, pero no iguales a los presentados por Woodhouse⁷.

Los individuos con SD presentan un incremento notable en la incidencia del AHC, respecto a los controles. Este hecho fue observado tanto en el grupo masculino como en el femenino Down con respecto al de la población abierta. En un estudio más preciso en poblaciones pareadas, donde las edades fueron iguales en los dos grupos Down, respecto a los controles. También se observaron mayor proporción de astigmatismos hipermetrópicos.

Por otro lado la curvatura corneal mostró aumentos de aproximadamente 1.2 DK tanto en el grupo masculino como en el femenino con SD, sobre todo en el meridiano más curvo de la córnea, aunque también en el meridiano más plano. Lo cual es totalmente congruente con el incremento de los astigmatismos en ambos grupos Down y la reducción de las ametropías esféricas especialmente la hipermetropía pura. El hecho de que sea mayor en 1.04 y 1.6DK la curvatura corneal en los dos meridianos principales de la córnea en los individuos trisómicos, respecto a los controles, favorecería el incremento de los astigmatismos miópicos en la población Down. Sin embargo, los resultados muestran claramente, como se describió más arriba que éste aumento no ocurrió tanto en la población masculina como femenina Down. El aumento del AHC fue un hecho totalmente inesperado dado el aumento de las curvaturas corneales.

Por otro lado, los individuos masculinos con TS-21 presentan una ligera disminución del eje anteroposterior, equivalente a 2 dioptrías. Esto favorecería la presencia de astigmatismos hipermetrópicos, pero que sería contrarrestando por los AMC producido por mayor curvatura corneal de los Down. Lo cual no explica el incremento notable de los AHC. En el caso de las mujeres es más claro aún que el aumento de los AHC, no puede deberse a la reducción del tamaño ocular, ya que fueron iguales las dimensiones del eje anteroposterior en ambas poblaciones Down y normales femeninos.

Queda claro, basándonos en la realización del cálculo del ojo esquemático que, aunque exista una ligera disminución del tamaño ocular en el grupo problema masculino, lo contrarrestaría importantemente el efecto del incremento del radio de curvatura corneal. Esta interpretación parece confirmarse en el grupo femenino en donde el tamaño del globo ocular es prácticamente igual al control, pero si están aumentadas las curvaturas corneales. Estos resultados sugieren fuertemente que la hipermetropización se debe a un factor diferente de los cambios queratométricos de la córnea y del tamaño ocular, por lo que debe ser producido por otros factores refractivos.

Es importante recordar que, como ya se mencionó, los factores refractivos que más influyen en el estado de refracción del globo ocular son la curvatura corneal y el tamaño ocular. Pero también, aunque en menor medida, la refracción ocular es afectada por el cristalino, tanto por su curvatura anterior y posterior como por su índice de refracción. Por ello, la mayor frecuencia de los AHC en el SD sugiere que el responsable de dicho incremento sea un poder refractivo menor del cristalino, ya sea por el aplanamiento del mismo, o bien a que esté reducido el índice de refracción. Esta última posibilidad no parece estar de acuerdo con la mayor síntesis de las alfa cristalinas y otras proteínas que se observan en el cristalino del individuo Down, lo que produciría un efecto miopizante. Todo lo anterior sugiere que el cristalino en el SD es más plano que en el control. Esta

interpretación está de acuerdo con la observación de una mayor capacidad de acomodación del cristalino Down respecto al control, aunque la acomodación máxima es menor que el control. Tal vez porque parte de un cristalino más plano en el Down.

Sin embargo estudios ulteriores deberán realizarse para discernir entre ambas posibilidades.



CONCLUSIONES

- 1) Existe una mayor incidencia en el AHC en los grupos con síndrome Down, respecto a los controles.
- 2) Las curvaturas corneales fueron mayores en las poblaciones TS-21 respecto a las normales, que tendría efecto miopizante.
- 3) El tamaño de los ojos fue ligeramente menor o igual en las poblaciones Down respecto a los normales, lo que tendría un efecto hipermetropizante ligero.
- 4) Estos dos efectos tenderán a neutralizarse mutuamente.
- 5) Otro factor que reduzca el poder refractivo del ojo parecen ser responsable del aumento del AHC.
- 6) Probablemente es debido a la reducción del poder refractivo del cristalino.
- 7) Esto puede deberse a un aplanamiento del cristalino o una reducción del índice de refracción en los individuos con síndrome de Down respecto a los controles. Estudios ulteriores deben realizarse para aclarar esta incógnita.

GLOSARIO

Acomodación: es la capacidad que tiene el ojo de enfocar objetos que se encuentran cerca de él. Esta función la lleva a cabo el cristalino.

Ametropía: Es cuando el punto focal del ojo no coincide con la retina. Ya sea que esto se deba a un aumento o disminución en la curvatura de la córnea o bien, por un ojo de mayor o menor tamaño. Lo que provoca visión borrosa.

Astigmatismo: Se presenta cuando la córnea no presenta una curvatura uniforme, es decir, cada uno de sus meridianos no presentan la misma curvatura. Existen dos meridianos principales que tienen un punto de enfoque diferente.

Astigmatismo Hipermetrope Simple: De los dos meridianos principales de la córnea, uno enfoca en un punto virtual que se encuentra por detrás de la retina, mientras que el otro enfoca exactamente en la retina.

Astigmatismo Hipermetrope Compuesto: En este caso los dos meridianos principales de la córnea tienen su punto focal virtual por detrás de la córnea.

Astigmatismo Mixto: Uno de los meridianos presenta su punto focal por detrás de la retina y otro por delante de ésta.

Astigmatismo Miópico Simple: Uno de los meridianos de la córnea enfoca por delante de la retina y el otro exactamente en la retina.

Astigmatismo Miópico Compuesto: En este tipo de astigmatismo, los dos meridianos enfocan en dos puntos diferentes que se encuentran por delante de la retina.

Aneuploidía: Se refiere a cambios en el número de cromosomas, que pueden dar lugar a enfermedades genéticas, como el caso de la trisomía 21.

Ametropía pura: Esta presenta un solo punto focal, debido a que la córnea presenta homogeneidad en su curvatura. Puede tener su punto focal antes o después de la retina.

Córnea: Es una porción de esfera que se encuentra en la parte anterior del globo ocular. Se considera que es la estructura con mayor poder de refracción del ojo.

Cristalino: Es una estructura que se encuentra por detrás del iris y delante del humor vítreo; es una lente biconvexa que tiene como función el enfocar los objetos en la retina cuando el ojo está viendo de cerca (acomodación).

Cromosoma 21: Es uno de los 23 pares de cromosomas del cariotipo humano. La población posee normalmente dos copias de este cromosoma. El cromosoma 21 es el autosoma humano más pequeño, conteniendo alrededor de 47 millones de nucleótidos, que representan alrededor del 1,5% del contenido total de ADN en la célula.

Ecografía: El transmisor estimulado por corriente eléctrica emite un haz de ultrasonidos unidireccional, que se envía al ojo y órbita un pulso de ultrasonidos a cortos intervalos, los que son reflejados de retorno (Ecos) cuando encuentra medios de diferente densidad hacia la sonda que contiene un Receptor – Transmisor dirigido hacia el Ecógrafo Ocular y su Pantalla de Rayos Catódicos (Osciloscopio) o Televisión.

Emetropia: Es la coincidencia perfecta del punto focal del ojo con la retina. Lo que provoca una visión clara.

Estado refractivo: Es la relación del sistema óptico del ojo con el punto focal que puede encontrarse en la retina o no.

Estrabismo: Es la desviación de uno o de ambos ojos, por un desorden de los músculos extraoculares (que son los que ayudan a mantener los dos ojos alineados) o bien por una ametropía muy alta que impide que el ojo tenga una visión central adecuada.

Hipermetropía: Se presenta cuando el punto focal se encuentra en un punto virtual situado por detrás de la retina. Puede deberse a una curvatura plana de la córnea o a una disminución en el tamaño del globo ocular.

Humor acuoso: Es un líquido que se encuentra en las cámaras anterior y posterior del ojo. Es secretado por los procesos ciliares hacia la cámara posterior del ojo y fluye hacia la cámara anterior excretándose a través de la malla trabecular.

Longitud axial: Es la distancia que existe de la cara anterior de la córnea a la retina.

Miopía: Se presenta cuando el punto focal del globo ocular se encuentra por delante de la retina. Lo que provoca visión borrosa.

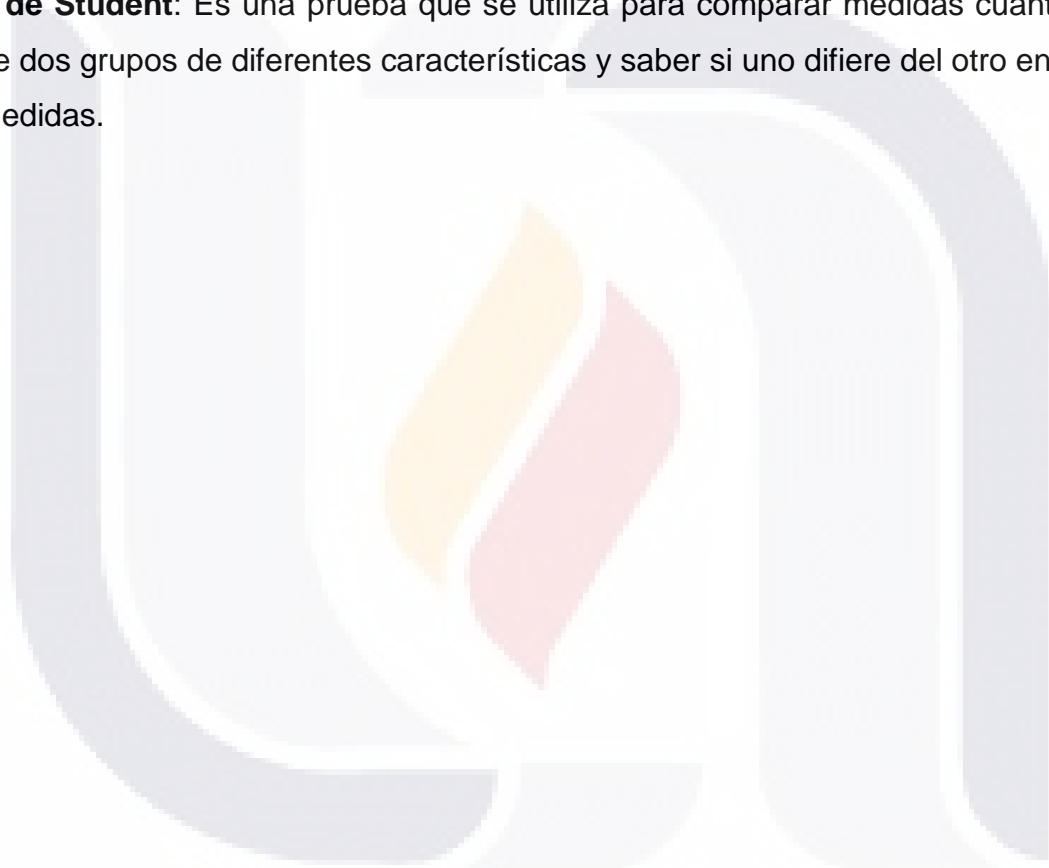
Queratometría: Es una prueba que se utiliza en la clínica para medir las curvaturas de los dos meridianos principales de la córnea.

Retinoscopía: Es la prueba que se utiliza para conocer la refracción ocular o el estado refractivo del ojo. Mediante esta se diagnostica la emetropia o ametropía que presente el paciente.

Significancia estadística: es la probabilidad de error al comparar dos o más muestras o grupos cuando aseguramos que ambos son diferentes.

Trisomía 21: El síndrome de Down es la consecuencia de la presencia de un tercer cromosoma 21 –el cromosoma extra–, o de parte de él, en las células del organismo humano.

T de Student: Es una prueba que se utiliza para comparar medidas cuantitativas de dos grupos de diferentes características y saber si uno difiere del otro en dichas medidas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Da Cunha RP, Moeria JB. Ocular Findings in Down's syndrome. Am J Ophthalmol. 1996. Aug; 122(2):236-44
- 2.- Doyle SJ, Bullock J, Gray C, Spencer A, Cunningham C. Emmetropisation, axial length, and corneal topography in teenagers with Down's syndrome. Br J Ophthalmol. 1998 Jul;82(7):793-6.
- 3.- Ebeigbe JA, Akpalaba R. Ocular health status of subjects with Down's syndrome in Benin City, Nigeria. Department of Optometry, University of Benin, Benin City, Nigeria. Afr J Med Med Sci. 2006 Sep;35(3):365-8.
- 4.- Frederikse.PH, Ren XO. Lens defects and age related fiber cell degeneration in a mouse model of increased AbetaPP gene dosage in Down syndrome. Am. J. Pathol. 2002 Dec; 161(6): 1985-90
- 5.- Kim U, Hwang JM. Refractive errors and strabismus in Asian patients with Down syndrome. Eye. 2008 Oct 10. Epub ahead of print.
- 6.- Little JA, Woodhouse JM, Lauritzen JS, Saunders KJ. The impact of optical factors on resolution acuity in children with Down syndrome. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2007 Sep;48(9):3995-4001.
- 7.- Olav H. Haugen and cols. Refractive development in children with Down's Syndrome: a population based, longitudinal study. Br. Journal Ophthalmology. 2001; 85: 714 – 719
- 8.- Rodríguez, Orozco y Murguía. Capacidades de Refracción y Acomodación en individuos Normales y con Síndrome de Down. Dimensión Óptica 2003 5: 14-18.

9.- Rojas, Orozco y Muñoz. Longitud axial en el Síndrome de Down. Dimensión Óptica 2003 5: 38-41.

10.- Síndrome de Down. Problemática Médica. Siegfried M. Pueschel, Jeanette K. Pueschel. Ed. Masson Salvat pp.71.

11.- Sophia Zaidi, Michelle Senchyna and Jacob G. Sivak. Quantification of chick lens alfa A y delta crystallins in experimentally induced ametropia. Molecular Vision 2002 8:472-6

12.- Soto, Orozco y Milla. Córnea y Cristalino en el Síndrome de Down. Dimensión Óptica 2003 5: 33-36

13.- Stephen E, Dickson J, Kindley AD, Scott CC, Charleton PM Dev Med Child Neurol. Surveillance of vision and ocular disorders in children with Down syndrome. 2007 Jul;49(7):513-5.

14.- Stewart RE, Woodhouse JM, Cregg M, Pakeman VH. Association between accommodative accuracy, hypermetropia, and strabismus in children with Down's syndrome. Optom Vis Sci. 2007 Feb;84(2):149-55.

15.- Margaret Woodhouse. Refractive errors in young children with Down syndrome. Optometry and Vision Science. 1997; 74, 844 – 851.

16.- Margaret Woodhouse. Investigating and managing the child with special needs. Ophthalmology Physiology Opt. 1998; 18, 147 – 152.

17.- Zadnik, Manny, Yu, Mitchell, Cotter, Quiralte, Shipp, Friedman, Kleinstein, Walker, Jones, Melvin, Moeschberger and Mutti. Ocular Component Data in Schoolchildren as a Function of Age and Gender. Optometry and Vision Science 2002;80: 226-236

18.- Zadnik, Mutti, Mitchell, Jones, Burr and Moeschberger. Normal Eye Growth in Emmetropic Schoolchildren. Optometry and Vision Science 2004;81:E819.

19.- Oftalmología General. Vaughan y Asbury 13a edición. Ed. Manual Moderno. pp 139-140, 189, 235, 423-424.

20.- Métodos estadísticos aplicados 5ª edición. M.N Downie, RW: Heath. Ed. Harla. pp 1-17, 168-169, 324.

21.- Visual Optics Fifth edition. H:H Emsley. Ed. Billing of Sons Ltd, Guildford and London. Pp 38-46, 79-88, 124-127.

22.- Optometría de Atención Primaria. Theodore Grosvenor. Ed. Masson. pp 3-5, 245-248, 256-261.

23.- Geometric, physical and Visual Optics. Michael. P. Keating. Second Edition. Ed. BH. pp 337-340.

24.- Ecografía en Oftalmología. E. Gil del Río. Ed. Jims Barcelona. Pp 92, 109-112.

APÉNDICE

Basándonos en el cálculo del ojo esquemático, es importante reportar que, para el grupo masculino normal de la población abierta, tendríamos que el meridiano más plano, presentaría una curvatura de 58.24 DK, mientras que el meridiano vertical sería de 59.68 DK; por lo que su punto focal se encontraría a:

$$f = \frac{1.333}{58.24} = 22.88mm \quad \text{para el meridiano horizontal}$$

$$f = \frac{1.333}{59.68} = 22.33mm \quad \text{para el meridiano vertical}$$

Con estos cálculos se puede observar que ambos meridianos enfocan por delante de la retina de ese ojo esquemático, que tiene una longitud axial de 23.63mm. Por lo que si nos basamos en las curvaturas corneales reportaríamos un ojo con astigmatismo miópico compuesto.

Si realizamos los mismos cálculos para el grupo de individuos con síndrome Down, tendríamos los siguientes resultados: meridiano horizontal 22.61mm y vertical de 21.83mm, considerando que el eje anteroposterior es de 22.91mm tendríamos un astigmatismo miópico compuesto. Por lo que el meridiano horizontal enfocaría 0.3mm antes de la retina, mientras que el vertical enfocaría a 1.08mm antes de retina.

De los dos resultados anteriores se puede observar que el individuo normal tendería a ser ligeramente más miope que el Down.

Para las poblaciones masculinas seleccionadas los puntos focales del individuo normal serían para el meridiano horizontal: 0.77mm antes de la retina y vertical 1.32mm antes de la retina. Mientras que el individuo TS-21 tendría meridiano horizontal a 0.36mm y el vertical a 1.16mm ambos antes de la retina; en donde se confirma que es ligeramente más miope el individuo trisómico.

Si se realizan las mismas operaciones para los grupos femeninos encontramos que en el grupo femenino normal de la población abierta es; meridiano horizontal 0.42mm antes de la retina y vertical a 0.94mm también antes de la retina. Mientras que para el grupo femenino Down el meridiano horizontal es de 0.56mm y vertical a 1.19mm, ambos meridianos antes de la retina.

En el caso de los grupos femeninos seleccionados el meridiano horizontal es de 0.4mm y el vertical 0.91mm ambos antes de la retina. Por lo que sería un ojo con astigmatismo miópico compuesto. Para el grupo Down, el meridiano horizontal es de 0.62mm y el vertical es de 1.22mm antes de la retina. Por lo que se reporta también como astigmatismo miópico compuesto.

De los cálculos anteriores sería de esperar que los ojos de los individuos Down de ambos grupos fueran mayormente miopes, respecto a los controles. Fenómeno que fue opuesto a lo obtenido en el presente trabajo.