

4/87

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
GRANADA  
Nº Documento 613380059  
Nº Copia 15497884

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
Facultad de Ciencias  
Fecha 21/01/00  
ENTRADA NUM. 154



Universidad de Granada  
Departamento de Óptica

**EVOLUCIÓN DEL ESTADO REFRACTIVO SEGÚN EDAD Y  
FACTORES AMBIENTALES EN UNA POBLACIÓN  
ESCOLAR.**



13 ENE. 2000

*Memoria de Doctorado*

**RAIMUNDO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ**

*Granada, Enero de 2000*

**EVOLUCIÓN DEL ESTADO REFRACTIVO SEGÚN EDAD Y  
FACTORES AMBIENTALES EN UNA POBLACIÓN  
ESCOLAR.**

*Memoria de Doctorado*

*RAIMUNDO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ*

*Granada, Enero de 2000*



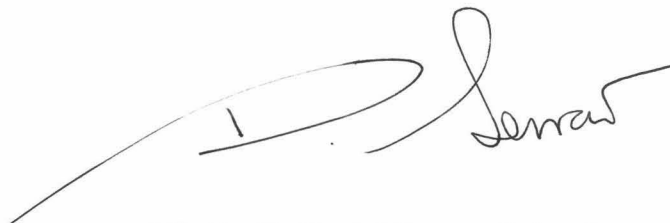
**EVOLUCIÓN DEL ESTADO REFRACTIVO SEGÚN EDAD Y  
FACTORES AMBIENTALES EN UNA POBLACIÓN ESCOLAR**

Por

RAIMUNDO JIMÉNEZ RODRÍGUEZ

Visado en Granada a 12 de Enero de 2000

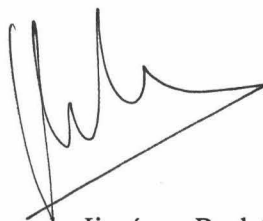
DIRECTOR DE LA TESIS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Serrano Laborda', written over a horizontal line.

Fdo: Dr. D. Daniel Serrano Laborda  
Catedrático de Optometría de la  
Universidad de Granada

Trabajo presentado para aspirar al grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Raimundo Jiménez Rodríguez', written over a horizontal line.

Fdo: Raimundo Jiménez Rodríguez

<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>Páginas</i>	<i>1-20</i>
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i>	<i>Páginas</i>	<i>21-26</i>
<i>MATERIAL Y METODOS</i>	<i>Páginas</i>	<i>27-44</i>
<i>RESULTADOS</i>		
<i>I.- Descripción y caracterización de la muestra</i>	<i>Páginas</i>	<i>45-100</i>
<i>II.- Interdependencia entre variables biométricas         oculares</i>	<i>Páginas</i>	<i>101-156</i>
<i>III.- Desarrollo de un modelo estructural del ojo</i>	<i>Páginas</i>	<i>157-202</i>
<i>IV.- Estudio de las características antropomórficas         y niveles académicos de la población y su         influencia en el desarrollo del estado refractivo</i>	<i>Páginas</i>	<i>203-212</i>
<i>DISCUSIÓN</i>	<i>Páginas</i>	<i>213-244</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>Páginas</i>	<i>245-246</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>Páginas</i>	<i>247-282</i>

## INTRODUCCION

Tradicionalmente la emetropización ha sido el punto de partida de la evolución de las ciencias de la visión. Las concepciones demasiado estructurales del ojo lo han asemejado precipitadamente a un aparato óptico y detuvieron, por algún tiempo, la evolución de las investigaciones relativas al funcionamiento emetrópico.

Como reseñó **LEGRAND (1965)**, la emetropía es un equilibrio que se adquiere en el crecimiento, y es un equilibrio biológico, no mecánico; es decir, se tiende a alcanzar un equilibrio interdependiente tanto entre los componentes biológicos del mismo, y las funciones que estos desempeñan, como entre la función general y el medio donde este se desarrolla. No se trata de un valor numérico preciso correspondiente a la focalización exacta sobre la retina de un objeto situado en el infinito, que resultaría ser ineficaz, sino que es una adaptación de la focalización a unas necesidades específicas y a un medio particular. Así una focalización muy precisa aumentaría la finura de la identificación pero reduciría su amplitud, y recíprocamente, una reserva de focalización, tal como la hipermetropía fisiológica, disminuye ligeramente la precisión en la decodificación para aumentar su amplitud, de ahí que el equilibrio dióptrico medio se aparte muy poco de una ligera hipermetropía.

El desarrollo emetrópico busca armonizar los diferentes elementos del ojo para conseguir la citada emetropía, que no es un fenómeno ligado al azar, sino que la organización visual hereditaria tiende a reproducirla sistemáticamente en ausencia de factores perturbadores. Así pues, en su gran mayoría, las ametropías son problemas estructurales que proceden de una fragilidad, de un bloqueo o de una regresión en el curso del crecimiento o de la armonización de las estructuras emetrópicas (**SORSBY et al, 1957**). El problema funcional existe seguramente, desde la propia existencia del problema estructural real, puesto que la función se ejerce a partir de una estructura preexistente. Sin embargo, el problema funcional puede concebirse como todo comportamiento que se

aparta de las normas cuando las estructuras están armonizadas, tal como el uso prolongado de la visión de cerca, que suele activar la predisposición miópica, existiendo etapas de degradación, aumento o de estabilización de dicha ametropía. Por el contrario, la hipermetropía, más que la miopía, es predominantemente axial en la naturaleza, aunque el radio corneal juega un importante papel en la magnitud del error refractivo (**STRANG et al., 1998**).

El término emetropización describe la desaparición de errores refractivos neonatales los cuales son considerados normales más que una excepción durante el desarrollo temprano, no sólo para humanos sino para todas las especies animales estudiadas.

Los cambios más considerables del estado refractivo ocurren durante el primer año de vida (**MOHINDRA & HELD, 1981**). La hipermetropía innata (**DUKE-ELDER & ABRAMS, 1970**) o la adquirida durante los primeros seis meses de vida (**MOHINDRA & HELD, 1981; ABRAHANSON & SJOSTRAND, 1992; SCHALIJ-DELFOS et al, 1992; WOOD & HODI, 1992; GWIAZDA et al, 1993**) constituye la reserva fisiológica imprescindible para alcanzar el equilibrio emetrópico reseñado anteriormente. En los dos años siguientes el cambio más significativo es la disminución del astigmatismo (**EHRlich et al., 1995**), eliminándose en su mayoría hacia la edad de cinco años, coincidiendo con el ajuste más grosero del proceso de emetropización (**INGRAM, 1979; MOHINDRA & HELD, 1981; HOWLAND & SAYLES, 1984**). En términos de media, la hipermetropía alcanza su valor máximo a los siete años de edad (**BROWN, 1938; SLATAPER, 1950**), revirtiendo hacia valores menores posteriormente. Si la "línea mágica de cero" es sobrepasada, el balance biológico de la emetropía puede inclinarse hacia la miopía, siendo en la adolescencia cuando este cambio es más rápido (**BROWN, 1938; SLATAPER, 1950; MANTYJARVI, 1983**).

No hay duda de que el carácter genético juega un papel de suma importancia en el crecimiento y desarrollo estructural del ojo, pero estudios de refracción en gemelos han demostrado que esto por sí mismo es imposible de explicar en todas sus variaciones

(**SORSBY et al, 1962; DANNING, 1981; CHEN et al, 1985; TEIKARI et al, 1991**). Además, investigaciones de la herencia natural de los componentes individuales de la refracción comparada con la refracción en conjunto, muestran una correlación más alta entre padres y progenie con respecto a los componentes de la refracción que la refracción en sí misma (**ALSBIRK, 1977; YOUNG, 1969**). Esto indica que los factores ambientales pueden modificar temporal o definitivamente el estado refractivo de un individuo (**MUTTI et al, 1996**), aunque tales modificaciones no suelen ser superiores a dos dioptrías hacia la proyección cóncava o miopía (**GOLDSCHMIDT, 1981**).

Desde las primeras observaciones de la miopía por **ARISTOTELES (384-322 AC)**, un gran número de teorías han sido propuestas para relacionar la etiología de esta condición. Dejando a un lado la miopía con clara base hereditaria, **KEPLER** en 1604 sugirió que este defecto de refracción estaba altamente asociado con periodos prolongados de uso de la visión cercana. Desde entonces a nuestros días, numerosos estudios han confirmado que la prevalencia de la miopía es sustancialmente más alta en jóvenes adultos y adolescentes que en previas generaciones, debido en su mayoría al incremento en la escolarización en los dos últimos siglos en toda la geografía mundial (**FLORSCHÜTZ, 1880; HEINONEN, 1927, 1934; BIND, 1950; SKELLER, 1954; SORSBY et al, 1957; CASS, 1966; YOUNG, 1967; YOUNG et al, 1969; YOUNG et al, 1970; GROSVENOR, 1970; CASS, 1973; MORGAN & MUNRO, 1973; BONIUK, 1973; MORGAN et al, 1975; TAIT, 1975; JOHNSON et al, 1979; RICHLER & BEAR, 1980; LAATIKAINEN & ERKKILÄ, 1980; ANGLE & WISSMAN, 1980; AINE, 1984; ALWARD et al, 1985; CURTIN, 1985; JOHNSON, 1988; HOSAKA, 1988; JENSEN, 1991; GWIAZDA et al, 1993; JENSEN, 1995; NORN, 1997; KINGE et al, 1998**) y a la sustitución de una dieta de alto valor proteínico por otra rica en carbohidratos (**BONINK, 1973; CASS, 1973; MORGAN & MUNRO, 1973; ALWARD et al, 1985, ZADNIK et al, 1997**). Sin embargo, otros estudios no demuestran que intensos trabajos de cerca induzcan al desarrollo miópico (**GOLDSCHMIDT, 1968; SMITH et al, 1982; NYMAN, 1988, RECHICHI & SCULLICA, 1996**).

El único estudio que ha demostrado objetivamente un cambio miópico transitorio con un periodo de uso prolongado de visión cercana fue el de **EHRlich (1987)**, que observó un incremento medio de miopía de 0,29 D, inmediatamente después de un periodo prolongado de dos horas en visión de cerca. Posteriormente **ROSENFELD et al (1992)** aportaron que tales efectos pueden ser acumulativos a lo largo del tiempo y dar lugar a un desarrollo de la miopía permanente. Estas conclusiones, a las que llegaron también **Mc BRIEN & MILLODOT (1987)**, **ADAMS (1987)** y **GROSVENOR & SCOTT (1993)** indican que el comienzo de la miopía se produce por un incremento de la longitud axial. También se ha comprobado que la elongación del vítreo es la responsable del comienzo y progresión de los miopes adultos (**Mc BRIEN & ADAMS, 1997**), y que la longitud del segmento anterior del globo disminuye a la vez que incrementa la longitud vítrea en miopes adultos y no en emétopes (**KORETZ et al, 1995**).

Si existe un vínculo entre visión cercana y la miopía por el medio ambiente, no está claro sin embargo, si esta se relaciona con los mecanismos de acomodación y vergencia. Autores como **STANSBURY (1948)**, **YOUNG (1975, 1981)**, **Mc KANNA & CASAGRANDE (1981 a)**, **HENDRICKSON & ROSENBLUM (1985)**, **QUINN et al. (1995)**, sugieren que la miopía se produce por un incremento de la presión intraocular durante el acto acomodativo, y puede representar mientras no esté corregida, una adaptación frente a las demandas medioambientales presentes durante la fijación cercana, ya que reduciría la magnitud del estímulo de acomodación (**FONG, 1997**). Una hipótesis alternativa, es que el desarrollo de la miopía después de periodos prolongados de visión cercana está relacionada con las acciones de vergencia más que con los de acomodación. Así **VON GRAEFE (1854)** sugirió que las acciones del recto medial y lateral pueden causar alargamiento y distensión del ojo durante el trabajo cercano. Más recientemente **GREENE (1980)** propuso que la extensión de la parte posterior del globo podría resultar de la acción de los músculos oblicuos, ya que son los únicos músculos extraoculares que se insertan en la mitad posterior del globo, y además sugirió que la vergencia debía dominar mecánicamente a la acomodación, ya que la capacidad de fuerza de los músculos extraoculares es de 250 veces más grande que la del músculo ciliar. **FLITCROFT (1998)**

sugiere que errores fisiológicos en el proceso acomodativo y vergencial acompañan al desarrollo miópico.

Otros mecanismos causantes de la ruptura del proceso de emetropización, pueden ser la calidad de la imagen retiniana que regula directamente la descarga de los factores bioquímicos de crecimiento ocular (**O'LEARY & MILLODOT, 1979; SMITH et al., 1980; RAVIOLA & WIESEL, 1985; WALLMAN et al, 1987; STONE et al, 1988; WIDSOET et al, 1988; GOSS et al, 1988; HOLDEN et al, 1988; NI & SMITH, 1989; SIVAK et al, 1989, GOSS & WICKHAM, 1995**), el astigmatismo no corregido tempranamente (**FULTON et al, 1982; GWIAZDA et al, 1993; SHIH et al., 1994; SAUNDERS et al., 1995**), o causas lenticulares debidas a un tono excesivo del músculo ciliar (**SATO, 1981**).

Sea cual sea la etiología de la miopía, se sugiere que los cambios transitorios de la misma después de la tarea cercana, debieran ser denominados pseudomiopía, ya que probablemente se atribuye a un fallo del relajamiento de la respuesta acomodativa durante su uso. Sin embargo, **GROSVENOR (1989)** definió a la pseudomiopía como una forma reversible de la miopía debido a un espasmo del músculo ciliar. De acuerdo con esto, es preferible evitar éste término, mientras la etiología y fisiología de la miopía transitoria siga sin estar clara (**ONG & CIUFFREDA, 1995**).

Del mismo modo, debido a que el estudio y tratamiento de la miopía es confuso por los posibles cambios en varios componentes refractivos, y por los diferentes pareceres en la interpretación de los datos de estudios clínicos, la clasificación de dicha ametropía no debería incluir afirmaciones a priori de su etiología. **GROSVENOR (1987)** ha propuesto para su clasificación un sistema de estados biológicos fácilmente perceptivos a lo largo de la vida. Este sistema está basado en la relación de la prevalencia de la miopía y la edad de comienzo de la misma, y así las clasifica en cuatro categorías: congénita (la que persiste desde la infancia durante la vida), de comienzo juvenil (6 a 19 años), de comienzo adulto (19 a 40 años) y la miopía tardía (a partir de 40 años). Cuanto más temprano sea el inicio, mayor será el valor de la miopía alcanzada (**SEPTON, 1984; GOSS & COX, 1985;**



**MANTYJARVI, 1985; GROSVENOR et al., 1987; WORKING GROUP ON MYOPIA PREVALENCE AND PROGRESSION, 1989).**

Las principales variables que determinan el estado refractivo del ojo son potencia corneal, profundidad de la cámara anterior, potencia del cristalino y longitud axial. Aunque todos los componentes de la refracción se distribuyen normalmente, la distribución de la ametropía con concentración de errores refractivos próximos a la emetropía, han llevado a aceptar el modelo de crecimiento coordinado (teoría correlacional de emetropización, **SORSBY et al., 1957, 1961**), por el cual un exceso en un componente es compensado por un ajuste en otro. La cuestión principal es si la compensación por estos componentes refractivos es el resultado del crecimiento normal del globo ocular o si éste crecimiento se altera por la experiencia visual o el esfuerzo acomodativo.

Además de la teoría correlacional antes mencionada, se han propuesto teorías de feedback para la explicación del proceso de emetropización. **VAN ALPHEN (1961, 1986)** apuntó dos mecanismos feedback: el primero propone que el tono del músculo ciliar incrementa la tensión en la coroides, la cual, tiende a reducir la extensión de la esclera causada por la presión intraocular, y el segundo sugiere la influencia de la mácula y el cerebro sobre el núcleo Edinger-Wesphal, para ajustar la potencia del cristalino como un mecanismo emetropizante. No obstante, no se han encontrado evidencias de éstas dos teorías en los últimos años. También **McKANNA & CASAGRANDE (1981)** y más recientemente, **DREXLER et al (1998)** sugieren que la tensión sobre la esclera incrementa el crecimiento ocular, disminuyendo así la necesidad de acomodación.

El mecanismo de retroalimentación que ha sido constatado por un elevado número de investigadores, es aquel en que la calidad de la imagen retiniana afecta al crecimiento ocular y por tanto, a la longitud axial (**YOUNG et al., 1954; RABIN et al.; 1981; WALLMAN et al., 1981; NATHAN et al., 1985; WICKHAM, 1986; MEDINA, 1987; SMITH et al., 1987; GOSS, 1988; MEDINA & FARIZA, 1993**). En humanos una severa degradación de la imagen retiniana debida a condiciones tales como hemangiomas, ptois, fibroplasia retrolental asociada con retinopatía de prematuro, hemorragia vítrea



(ROBB, 1977; O'LEARY & MILLODOT, 1979; FLEDELIUS, 1981; HOY et al., 1981; RABIN et al., 1981; GOSS, 1985; NATHAN et al., 1985; MILLER-MEEKS et al., 1990), opacidades corneales (GEE & TABARA, 1988) y cataratas congénitas (RASSOOLY & BENEZRA, 1988) a menudo resultan en miopía axial. Esto se ha corroborado experimentalmente en estudios de laboratorio con animales (SMITH et al., 1980; NI & SMITH, 1989; SCHAEFFEL et al., 1988, 1990; IRVING et al., 1991, 1992; SCHAEFFEL & HOWLAND; 1991, NORTON & SIEGWART, 1995; EDWARDS, 1996; BRADLEY ET AL, 1999; SCAEFFEL & DIETHER, 1999, SMITH & HUNG, 1999). En los mismos, se trataban a crías de pollos, gatos, marmotas, musarañas y monos con lentes negativas y positivas de diferentes potencias, y se comprobó que estos ojos, desenfocados ópticamente, desarrollaban miopía e hipermetropía respectivamente, siendo el valor de dichas ametropías directamente proporcional a la potencia de la lente utilizada. Esto se traduce en mayor o menor elongación del ojo, mientras no se encuentra diferencias en la curvatura corneal, profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino o potencia calculada del mismo. SIVAK (1991) y posteriormente ZADNIK & MUTTI (1995) ha recomendado sin embargo, precaución en la generalización de estudios animales a la función ocular humana, debido a la gran diversidad en ópticas oculares y morfología entre vertebrados, pero también destacó que esta diversidad no excluye la posibilidad de que los mismos eventos moleculares que ocurren en la miopía, sean generales en todas las especies: disminución de las capas fibrosas y aumento de las cartilaginosas (GOTTLIEB et al., 1990; McBRIEN et al., 1991), incremento en la síntesis de la matriz extracelular en la esclera posterior (RADA et al., 1991), adelgazamiento de la esclera en el polo posterior (CURTIN & TENG, 1957), descarga de factores bioquímicos de crecimiento ocular (RAVIOLA & WIESEL, 1985; WIDSOET et al. 1988; SIVACK et al., 1989), etc.

Por otro lado, para que la imagen retiniana sea clara durante la actividad de cerca, la respuesta acomodativa debe aproximarse dióptricamente al estímulo de acomodación. Si es menor, se habla de un factor conocido como lag de acomodación. Cuando éste valor es pequeño (0.25-0.50 D.) la calidad de la imagen retiniana no se ve alterada, debido a la profundidad de foco del ojo (CIUFFREDA & KENYON, 1983; WARD, 1987), pero si

es mayor, el objeto observado es conjugado con un punto detrás de la retina, y el sistema visual humano lo detectaría (**JACOBS et al., 1989**). Si suponemos que dicho sistema, posee un mecanismo feedback como en animales, la imagen focalizada detrás de la retina determinaría un crecimiento del segmento posterior hacia el foco. Así, el desenfoque óptico causado por infracorrección de la miopía a la distancia no resultaría en elongación axial, pero el desenfoque resultante de una insuficiencia de acomodación para puntos cercanos, requerirá una elongación axial para hacer coincidir foco y retina (**BROWN et al, 1999**).

**HIRSCH & WEYMOUTH (1947)** estimaron que el 47% de la variabilidad de la refracción estaba asociada con la variabilidad de la longitud axial, el 24% con la córnea, 7% con la profundidad de la cámara anterior y 22% debido a factores inexplicables, incluyendo variaciones en el índice de refracción del cristalino y errores de medida. Otros estudios posteriores confirman que la profundidad de la cámara vítrea, potencia corneal y potencia del cristalino también influyen decisivamente en la configuración del estado refractivo durante el proceso de emetropización a edades tempranas (**ERICKSON, 1991; BROWN et al, 1999**). Cambios en la profundidad de la cámara anterior y grosor del cristalino producen variaciones relativamente menores en el error refractivo (**GOSS & ERICKSON, 1990; ERICKSON, 1991**). Así pues, la longitud axial es el factor más importante en la determinación de la refracción ocular (**STENSTRÖM, 1948; OHNO, 1956; VAN ALPHEN, 1961; ARAKI, 1962; FLEDELIUS, 1988; HOSAKA, 1988; GOSS et al, 1990; GOSS & WICKHAM, 1995**). Aunque estos estudios no investigan la profundidad de la cámara vítrea independientemente de la longitud axial, **GOSS & WICKHAM (1995)** intuyen que la variación en ésta última se debe principalmente a la variación de la primera.

El crecimiento del ojo puede ser estudiado en dos fases: primero, durante la última fase infantil rápida hasta la edad de dos años, en la cual las dimensiones oculares se aproximan a las del ojo adulto, y segundo, en una fase juvenil lenta, desde la edad de 3-16 años, en la que existe un incremento de la longitud axial en 1 mm que supone un cambio en la refracción de 2,34 D. (**SORSBY et al, 1957, 1961; VAN ALPHEN, 1961;**

SORSBY & LEARY, 1970; SORSBY, 1980; GARNER et al, 1990, 1995). Sin embargo, existen diferencias a la hora de considerar la edad de cese del crecimiento ocular o la edad en que se alcanza la longitud axial emetrópica. Así HOSAKA (1988) la considera cercana a los 10 años de edad, LARSEN (1971c), SORSBY & LEARY (1970), TANE & KHONO (1983) a los 13 años y GOSS & WINKLER (1983) a los 16 años. La elongación axial despues de esta edad ocurre sólo en la miopía progresiva juvenil de comienzo tardío (TOKORO & SUZUKI, 1969; GOSS et al., 1985; GOSS & ERICKSON, 1987; ZADNIK & MUTTI, 1987; BALDWIN et al.,1991).

SORSBY et al (1957, 1961) formularon el concepto de ametropía de correlación y ametropía de componente. Sus datos sugieren un patrón de crecimiento coordinado con la reducción en la potencia corneal y del cristalino y un aumento en la profundidad de la cámara anterior en menor grado, relacionados con el incremento de la longitud axial.

VAN ALPHEN (1961,1967) identificó tres factores que tenían efectos significativos sobre el estado refractivo del ojo: el factor tamaño que incluye a los componentes oculares, profundidad de cámara anterior, espesor del cristalino y longitud axial, el factor alargamiento que incluye a radio de curvatura corneal anterior y longitud axial, y el "factor descarrilamiento" que incluye a todos los componentes y que sería el responsable de las ametropías de componente y aquellas ametropías de carácter funcional. El propuso un mecanismo de retroalimentación, mediante el cual la coroides y el cuerpo ciliar forman una envoltura elástica que limitaba el alargamiento de la esclera para contrarrestar una parte de la presión intraocular, y que la mácula suple de información sobre la posición del foco al cerebro, el cual retorna información al ojo, concerniente al grado de alargamiento. Además propuso, que el factor alargamiento y no el factor tamaño era el que finalmente determina el estado refractivo y por tanto la emetropía. El "factor descarrilamiento" juega su papel sólo cuando el factor alargamiento falla para mantener la longitud axial retenida, debido a la pérdida del tono parasimpático, que hace que la coroides aumente su límite de elasticidad resultando un estafiloma posterior y un aumento de la curvatura corneal.

El mayor crecimiento corneal ocurre prenatalmente (**SCAMMMON & WILMER, 1950**), y se completa en los dos primeros años de vida (**VON REUSS, 1881; KEENY, 1951; SORSBY et al, 1961; GORDON & DONZIS, 1985; FLEDELIUS & STUBGAARD, 1986**). Sin embargo, autores como **HIRSCH (1950), SORSBY et al (1957, 1961), WEALE (1963), SORSBY & LEARY (1970)** observan un aplanamiento corneal con la edad, y de mayor magnitud en ojos jóvenes. Esto ha sido confirmado por estudios recientes, como el ojo esquemático de Gullstrand y los métodos de medida axiales de series de numerosos autores (**STENSTROM, 1947, 1948; SORSBY et al, 1957; VAN ALPHEN, 1961; ARAKI, 1962; OTSUKA, 1967; HOFSTETTER, 1969; FLEDELIUS, 1988; GARNER et al, 1990; GARNER et al, 1992; SCOTT & GROSVENOR, 1993, OLIVARES, 1995; GROSVENOR & GOSS, 1998**). En dichas series, se encuentran coeficientes de correlación entre la longitud axial y radio corneal de 0.35 a 0.5. En general ojos más largos tienen radios de curvatura corneales mayores, es decir corneas más planas (**VAN ALPHEN, 1961**). Sin embargo, si se considera que la curvatura corneal está fijada durante el primer y segundo año de vida, la elongación de la longitud axial puede ser un fenómeno medioambiental predominantemente, dejando una puerta abierta al debate que mantiene códigos genéticos de modelos de crecimiento con respecto a aquellos que mantienen influencias medioambientales en la patogénesis miópica. Sea cual sea la hipótesis, un incremento de la longitud axial puede compensarse por una reducción en la potencia corneal, aumento de la profundidad de la cámara anterior o superficies lenticulares más planas (**STENSTROM, 1948; SORSBY et al., 1957; VAN ALPHEN, 1961; ARAKI, 1962; FRANCOIS & GOES, 1977; LARSEN, 1979**).

La profundidad de la cámara anterior varía con los aspectos raciales, geografía y efectos del clima (**RAEDER, 1922; ALSBIRK, 1974; WEALE, 1981; LANTUKH, 1985; OBSTFELD, 1989**). Sin embargo, es evidente su incremento desde el nacimiento (2 mm.) hasta la edad de 20-30 años (3.76 mm.), para luego decrecer a lo largo de la vida (**LINDSTEDT, 1916; RAEDER, 1922; ROSENGREN, 1930; HEIM; 1941; STENSTRÖM, 1948; CALMETTES et al, 1958; WEEKERS et al, 1961; SORSBY et al, 1961; WEALE, 1963; PITTS & MILLODOT, 1966; LARSEN, 1971; TOMLINSON & LEIGHTON, 1973; FONTANA & BRUBAKER, 1980; GARNER**

et al. 1990; COOK et al., 1994). También se relaciona con el grado de ametropía, encontrándose en miopes cámaras más profundas que en emétopes e hipermetropes (FONTANA & BRUBAKER, 1980; NEVILLE et al, 1987; OLIVARES, 1995), y con el sexo (cámaras más profundas en hombres que en mujeres) (CALMETTES et al, 1958; FONTANA & BRUBAKER, 1980).

Las investigaciones de las propiedades cinéticas del cristalino datan de PURKINJE (1823). No obstante, a causa de la dificultad de acceder a la lente in situ, relativamente poco se ha escrito sobre las propiedades cinéticas del mismo. Su grosor antero-posterior incrementa con la edad (CALMETTES et al, 1958; WEALE, 1963) y su potencia refractiva está determinada por la curvatura de las superficies anterior y posterior y de su índice de refracción, aunque haya evidencias de que sus superficies son esféricas (HOWCROFT & PARKER, 1977) y que existe un gradiente de índice (PIERSCIONEK & CHLAN, 1989), que disminuye con la edad actuando como un mecanismo de emetropización que compensa el aplanamiento de las superficies anterior y posterior del cristalino (GROSVENOR, 1995; MUTTI et al, 1995). Además, su espesor nuclear sagital no depende de la edad, y sí su espesor cortical anterior y posterior que incrementa con la misma modificando la posición del núcleo y el surco central hacia delante (COOK et al., 1994).

De acuerdo con HIRSCH (1950), el incremento de la longitud axial desde el nacimiento a la madurez es compensado en el primer o segundo año de vida por una disminución en la potencia corneal, y durante los siguientes 6-7 años, incluso hasta los diez años de edad por un aplanamiento del cristalino (ZADNIK et al., 1995) y en menor grado, por un aumento en la profundidad de la cámara anterior. Ojos con cámaras más profundas tienden a tener cristalinios más delgados (MCBRIEN & MILLODOT, 1987; NEVILLE et al, 1987; SCOTT & GROSVENOR, 1993; OLIVARES, 1995), y eso implica bajas potencias (FLEDELIUS, 1982). Esto, añadido a que la potencia del cristalino es 2.30 D. menor en miopes que en emétopes, refleja un intento de corregir la excesiva potencia de los defectos miópicos (GARNER et al, 1992; GROSVENOR & SCOTT, 1994).

La disminución de la potencia corneal y del cristalino, como mecanismo compensatorio en el periodo de emetropización frente al incremento de la longitud axial, parece una evidencia clara y aceptada (**VAN ALPHEN, 1961; HOFSTETTER, 1969; SCOTT & GROSVENOR, 1993; GROSVENOR & SCOTT, 1993; GARNER et al, 1995; MUTTI et al, 1998**). Ahora bien, una vez que la miopía comienza a desarrollarse, la parte anterior del ojo así como la posterior, adquieren más curvatura. Esto es así, porque la coroides y el cuerpo ciliar forman una envoltura elástica que limita el alargamiento de la esclera para contrarrestar una parte de la presión intraocular, y que la mácula suple al cerebro de información sobre la posición del foco, el cual retorna información al ojo concerniente al grado de alargamiento axial. Cuando existe una ruptura en la correlación biométrica, es por que existe una pérdida de tono parasimpático, que hace que la coroides aumente su elasticidad, resultando un estafiloma y un aumento de la curvatura corneal. Todo esto concuerda, con los postulados de **WEYMOUTH & HIRSCH (1950)**, que demuestran que durante el crecimiento normal en la infancia y adolescencia, el globo crece de tal modo que el diámetro axial se incrementa en un porcentaje más lento que los diámetros ecuatoriales del ojo, manteniéndose así un estado de hipermetropía relativa, pero para los ojos en los que la miopía comienza a desarrollarse el diámetro axial aumenta más rápidamente que los diámetros ecuatoriales. Todo ello concuerda con los resultados obtenidos por **WANG et al. (1994)**, en los que la relación longitud axial/diámetro ecuatorial es mayor a 1 en miopes, en torno a 1 en emétopes y menor a 1 en hipermetropes.

Suponiendo un patrón de crecimiento ocular paralelo a otro a nivel cerebral y a nivel esquelético han sido numerosos los intentos de determinar algún tipo de relación entre variables antropomórficas, tales como perímetro craneal, altura y peso, con el tipo de ametropías y los componentes biológicos oculares que determinan el estado refractivo. Así pues, en la mayor parte de la bibliografía consultada no se ha encontrado correlación significativa entre peso y altura con la refracción ocular (**DUKE-ELDER & COOK, 1963; MORGAN et al, 1975; BEEDLE & YOUNG, 1976; ALSBIRK, 1977; JOHNSON et al, 1979; RASOOLY & ZAUBERMAN, 1988; TEASDALE &**



**GOLDSCHMIDT, 1988; ZHANG, 1994**). Solamente **HENDERSON (1934), SHULTZ (1960)** y **GAWRON (1981)** encuentran como variable significativa al peso, siendo los hipermétropes más pesados que los miopes. También **ROSNER et al. (1995)** encontró que los no miopes tenían talla y peso algo mayor que los miopes.

Las correlaciones significativas corresponden al peso y perímetro craneal con la curvatura corneal ( $r = -0.424$ ,  $r = -0.41$  respectivamente), más que con la longitud axial. Es decir, mayores radios de curvatura se encuentran en sujetos altos, y en particular en aquellos con grandes perímetros (**TSCHERNING, 1886; LARSEN, 1979; RASOOLY & ZAUBERMAN, 1988**). Estas relaciones demuestran una similitud entre el crecimiento corneal y esquelético, comparado con la independencia relativa de la elongación axial. **GOSS et al. (1990)** también significaron una relación directa entre el crecimiento corporal y crecimiento ocular en miopes, ya que la edad de cese de la miopía y de la elongación del eje antero-posterior del ojo coincidía con la edad del cese de incremento en altura. **GOSS & COX (1985)** observaron que la cantidad media de miopía de una muestra de sujetos alcanzaba una meseta plana a la misma edad que la altura media de las normas de crecimiento para chicos de Estados Unidos (**LOWREY, 1978**). Se puede hipotizar que el cese de la progresión miópica en chicos está relacionada con los niveles de hormonas que afectan al crecimiento del cuerpo y con factores bioquímicos de crecimiento producidos en el ojo (**GOSS, 1988**).

Uno de los temas de mayor interés en la Optometría actual es el de la posible prevención y detención de la miopía, fundamentalmente en la infancia y la adolescencia, en las que más suele aumentar por el uso excesivo de la visión cercana. Pero la puesta a prueba de ciertos procedimientos clínicos no han dado resultados concluyentes. Todos estos intentos se basan en la hipótesis, cada vez más aceptada, de que la miopía es una adaptación funcional para evitar el exceso de acomodación (**SHERMAN, 1993**).

Han sido numerosos los métodos propuestos para prevenir el inicio de la miopía: la medida del grado de hipermetropía presente a la edad de 5-6 años (**HIRSCH, 1964; MUTTI & ZADNIK, 1995; DROBE & SAINT ANDRÉ, 1995**), la historia familiar de

la miopía (**ZADNIK et al, 1994; MUTTI & ZADNIK, 1995**), el uso de la relación entre la longitud axial y radio corneal (**GROSVENOR, 1988; GROSVENOR & GOSS, 1998**), medida del estado de reposo de la función acomodativa (**AVETISOV, 1979, 1986; BIRNBAUM, 1979, 1981; GROSVENOR, 1989; DROBE & SAINT ANDRÉ, 1995**), relación AC/A alta (**JIANG, 1995**) y la medida de la esoforia en visión cercana (**ROBERTS & BANFORD, 1967; BIRNBAUM, 1979, 1981; GOSS, 1986; GOSS & GROSVENOR, 1990; GOSS, 1990, 1991; GOSS & ZHAI, 1994; DROBE & SAINT ANDRÉ, 1995**). Sin embargo, la mayoría no han sido métodos eficaces ya que presentan datos muy limitados, inadecuados controles o análisis estadísticos, mala selección de sujetos en términos de edad o estado refractivo, etc., tal como refiere **KATZ et al (1997)**. La evidencia más clara ha sido la relación existente entre la progresión miópica en jóvenes y la foria disociada de cerca: la miopía progresaba más en aquellos individuos más esofóricos o menos exofóricos. Por el contrario **JENSEN (1995)** no observa que existan indicadores o factores de riesgo claros, que por sí solos se relacionen con el desarrollo de la miopía.

Si el desarrollo de la miopía está relacionado con las acciones del mecanismo acomodativo, es sorprendente que los intentos de control de dicho desarrollo hayan tenido un éxito limitado (**CURTIN, 1985; GOSS, 1982; GROSVENOR, 1989**). Se han diseñado métodos tan variados y contradictorios como la sobrecorrección en la distancia (**GOSS, 1984**) e infracorrección en la distancia (**CURTIN, 1985; GOSS, 1982, 1984; GROSVENOR, 1989**), obteniéndose resultados paralelos y negativos.

El uso de lentes bifocales aportó las mismas tasas de progresión de miopía que en aquellos sujetos tratados con monofocales (**GROSVENOR et al., 1987; HEMMMINKI & PARSSINEN, 1987**), pero su utilización si ha proporcionado ciertos efectos beneficiosos en individuos endofóricos de cerca y/o con retraso acomodativo elevado, con respecto a las tasas de progresión (**ROBERTS & BANFORD, 1967; OAKLEY & YOUNG, 1975; GOSS, 1982; CURTIN, 1985; GOSS, 1986; GROSVENOR, 1989; GROSVENOR et al, 1989; GOSS & GROSVENOR, 1990; GOSS, 1994; FULK et al, 1998**).



La administración de agentes farmacológicos han aportado diferentes resultados. Así pues, **GIMBELL (1973)** observó que la miopía aumentó a razón de 0.42 D. por año en el grupo control, y no progresó en absoluto en el grupo experimental tratado con atropina. No obstante, efectos secundarios causados por el fármaco, hacen su uso poco recomendable durante largos periodos de estudio. Otro problema adicional, es la tendencia de la miopía a progresar más rápidamente una vez que se interrumpe el tratamiento (**GRUBER, 1979; BRODSTEIN et al., 1984**). Otros estudios no encontraron diferencias en la tasa de progresión utilizando agentes farmacológicos (**ABRAHAM, 1966; BEDROSIAN, 1979; GOSS, 1982; CURTIN, 1985; JENSEN, 1988; GROSVENOR, 1989**).

Las técnicas de retroalimentación no han aportado resultados muy consistentes, sólo en casos muy particulares y con reducción escasa en la tasa de progresión (**TRACHTMAN, 1978; CURTIN, 1985; GROSVENOR, 1989; GILMARTIN et al, 1991**). Otros autores como **GALLAWAY et al., 1987**, no observaron reducción en la miopía en sujetos que completaron el tratamiento, pero algunos mostraron mejora en su agudeza visual, sugiriendo que ésta mejora puede ser debida al aprendizaje más que al método en sí, y psicológicamente presentaban una sensación de mejoría (**RUPOLO et al, 1997**).

El uso de lentes de contacto de PMMA demuestra una progresión de la miopía de sólo 0.10 D por año frente a 0.35 D. en usuarios de gafas en un estudio durante cinco años, confirmando que las lentes de contacto pueden tener algún efecto en la limitación de la elongación del ojo, ya que aproximadamente la mitad del efecto de control de la miopía es el resultado del aplanamiento corneal (**STONE, 1976**). **GROSVENOR et al,(1989)**, en un estudio actual en la Universidad de Houston confirman la sugerencia anterior, adaptando lentes de contacto rígidas permeables al gas de manera convencional. **PERRIGIN et al.(1990)** y **GROSVENOR et al. (1991)** llegan a la conclusión que el uso de lentes de contacto permeables al gas pueden tener un efecto estadísticamente significativo sobre la progresión miópica, incluso si se interrumpe su uso durante periodos cortos de tiempo.

La ortoqueratología también ha demostrado reducciones en la tasas de progresión miópica de hasta 5 D., con un aumento de 0.5 D. en el astigmatismo corneal directo, pero que el efecto de la reducción de la miopía no era permanente, ya que se requería que el uso de estas lentes se realizase parte del día para conseguir dicho efecto (**KERNS, 1978; POLSE et al, 1983; WINKLER & KAME, 1995**). Por último, la cirugía refractiva está aportando resultados esperanzadores a corto plazo, pero se desconocen las consecuencias que pueden derivarse de la misma a largo plazo (**SEILER et al, 1994; GIMBELL & ANDERSON, 1999**).

No obstante, los procedimientos más favorables en el control de la miopía han sido aquellos en los que la respuesta acomodativa se ha eliminado totalmente, más que reducirla (**BEDROSIAN, 1979; ROSENFELD et al, 1992**).

**HUNG et al (1995)** en un estudio reciente llevado a cabo en monos, deja abierta la posibilidad de que la corrección de errores refractivos en humanos en edades tempranas puede interferir el proceso natural de emetropización, que se asume que es el responsable de la regresión de los errores refractivos neonatales. Sin embargo, estos autores no son los primeros en referir que las lentes pueden alterar el curso del desarrollo refractivo. **MEDINA (1987)** propuso un mecanismo de retroalimentación, el cual predice que la corrección temprana de la miopía puede incrementar su progresión, y esta predicción ha sido confirmada indirectamente. Este modelo también predice que la corrección de la hipermetropía retardaría su regresión en edad infantil, y esta predicción parece estar apoyada por resultados de dos estudios diferentes, uno de **INGRAM et al (1991)** en chicos hipermétropes que llevaron lentes constantemente para el tratamiento de estrabismo, y otro de **DOBSON et al (1986)**. Los datos animales también predicen que la sobrecorrección de la miopía la lleva a una aceleración del crecimiento del ojo, como respuesta compensatoria al desenfoque hipermetrope impuesto (**WILDSOET, 1997**). En estudios, donde se trata a niños exotrópicos miopes y no miopes con lentes negativas, no se encuentran diferencias en la progresión miópica entre ambos grupos (**RUTSTEIN et al, 1989; CALTRIDER & JAMPOLSKY, 1983**). Sólo aquellos individuos que eran más miopes antes del

tratamiento progresaban más, y esto podría implicar su gran sensibilidad al desenfoque o podría simplemente reflejar su natural destino, como indican **GOSS (1990)** y **JENSEN (1995)**. Además, mientras no exista información sobre el estado de visión binocular, es probable que algunos sujetos tuviesen tendencias exofóricas de cerca, permitiéndoles acomodar los pequeños errores de enfoque impuestos (0.75 D.) sin comprometer su visión binocular.

En relación con el papel del trabajo de cerca y errores de foco en el desarrollo de la miopía, **GWIAZDA et al (1993,1995)** y **CIUFFREDA & WALLIS (1998)** han demostrado recientemente una acomodación más escasa en sujetos miopes. Esto concuerda con el estudio de **JONES (1990)**, de que los miopes tienen respuestas acomodativas más débiles. Si esto es así, es decir, que los errores de foco durante el trabajo de cerca son la base del desarrollo de la miopía, se podría especular que la total corrección miópica puede acelerar su progresión, reintroduciendo el error acomodativo que la causaba. Sin embargo, la realidad es más compleja de lo que parece, ya que la escasa acomodación parece acompañar el desarrollo de la miopía más que precederla (**GWIAZDA et al, 1995; WOUNG et al, 1998**).

En vista de estos resultados, y a pesar de las limitaciones antes reseñadas, habría que plantearse un proceder conservador para el tratamiento de los errores refractivos en niños, sugiriendo un control más que corrección, excepto cuando los factores de riesgo puedan darse, tales como estrabismo, ambliopía y dificultad de aprendizaje.

Aunque han sido realizadas investigaciones del desarrollo del error refractivo y crecimiento evolutivo del globo ocular en el hombre durante los últimos cincuenta años, no ha sido hasta ahora cuando el interés por la prevención y tratamiento de los errores refractivos ha rebasado las propias expectativas de estudio, teniendo en cuenta que los errores refractivos miópicos son cada vez más frecuentes y alcanzan prevalencias altas (del 15 al 50% en edad escolar), que las ametropías hipermetrópicas son causa de disfunciones visuales tales como estrabismos, o bien que combinaciones de errores refractivos esféricos y astigmáticos son la causa más frecuente de una visión monocular (ambliopía). Todas

estas anomalías refractivas repercuten negativamente en el confort y rendimiento visual de una sociedad cada vez más instrumentalizada y que acarrea un uso continuado y excesivo de los órganos de los sentidos, de los cuales el más importante es el sentido de la vista, que es el que nos atañe en el presente trabajo de investigación.

Ante esta situación y a pesar de los antecedentes de investigación llevados a cabo hasta ahora (como se han mencionado anteriormente y que serán detallados en el capítulo del planteamiento del problema), muchas cuestiones permanecen incontestadas, tales como:

1.- La emetropización como mecanismo natural compensatorio de los errores refractivos neonatales, causados por una inmadura configuración biológica de los elementos ópticos o una mala coordinación entre los mismos durante el crecimiento ¿ Está determinada en el código genético individual del ser o por el contrario puede verse modificada por el entorno medioambiental?.

2.- Si suponemos que se modifica por la experiencia visual ¿ Influye este factor sobre el mecanismo de acomodación? ¿ O de vergencia?.

3.- ¿ En que fase o fases del desarrollo emetrópico son más frecuentes los cambios para alcanzar la emetropía o bien cuando se produce una ruptura en la armonización de los elementos oculares?.

4.- ¿ Cual o cuales de estas estructuras son las responsables de un crecimiento incoordinado que implique el desarrollo de una anomalía refractiva? ¿ La córnea?, ¿ La profundidad de la cámara anterior?, ¿ El cristalino en su estructura o en su geometría?, ¿ La profundidad de la cámara vítrea?, ¿ La longitud axial?, ¿ Todas conjuntamente?.....

5.- ¿ Existen factores de riesgo que permitan predecir las disfunciones refractivas?

6.- ¿ Que factores de riesgo son? ¿ La hipermetropía fisiológica, historia familiar, paralelismo de los ejes sensoriales, amplitud y flexibilidad acomodativa.....?

7.- ¿ Se debe compensar dichas disfunciones o mejor realizar controles?

8.- Si se opta por el tratamiento ¿ Qué tipo? ¿ Sobre el componente acomodativo. ¿Sobre el de vergencias? ¿ Puramente refractivo, con gafas o con lentes de contacto? ¿Farmacológico?.....

A la vista está, que frente a esta incertidumbre, cabe plantearse la posibilidad de intentar responder al mayor número posible de las anteriores cuestiones, dentro de las limitaciones metodológicas, tecnológicas y biológicas que conlleva el órgano de la visión como estructura biológica, y que como tal no está regida por reglas ni leyes físico-químicas, más aun si el carácter genético (genotipo) y el carácter ambiental (fenotipo) no pueden separarse estrictamente desde un punto de vista ético en la comunidad científica, como puede ser la clonación de órganos humanos o incluso de seres humanos.

Nuestro trabajo pretende realizar un aporte científico, aunque sea limitado, para el esclarecimiento de aquellas cuestiones que permitan caracterizar el crecimiento físico-biológico del órgano visual como una entidad óptica, indispensable para el desarrollo funcional del individuo. En el próximo capítulo de planteamiento del problema se explican los objetivos fijados.



### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La emetropía es una adaptación de la focalización a unas necesidades específicas y a un medio particular. Así pues, es esencial saber a que se adapta el sistema dióptrico y en que condiciones deberá ejercer su actividad. El emétrope depende de unas tendencias fuertes que equilibran constituyentes extremadamente variables. Estas mismas tendencias mantienen el equilibrio emetrópico dinámico a pesar de un crecimiento capaz de acarrear ametropías considerables. Es precisamente la adaptación, construida a lo largo de toda la evolución, la que resiste a las dispersiones que podrían provocar la casualidad o el crecimiento. Este equilibrio dióptrico evoluciona en el niño, a expensas de una disminución de la hipermetropía fisiológica, pasando por tres fases de organización del desarrollo: una primera fase de organización estructural, una segunda fase de organización funcional y una última fase de organización operativa, que incluye los comportamientos a los que debe conducir el sistema cuando esté perfectamente equilibrado.

Es precisamente, durante la primera y segunda década de la vida, cuando el ojo humano, por procesos pasivos como el crecimiento, o por procesos activos (ajustes entre componentes) alcanza la emetropía desde una concepción puramente física, o interactúa con el medio para mantener una emetropía dinámica, desde un punto de vista biológico.

Los valores de los componentes oculares que determinan el estado refractivo han sido investigados y analizados estadísticamente durante los últimos cincuenta años (**STENSTRÖM, 1948; HIRSCH, 1950; SORSBY et al, 1957, 1961; VAN ALPHEN, 1961, 1967; TOKORO & SUZUKI, 1969; SORSBY & LEARY, 1970; LARSEN, 1971; FLEDELIUS, 1980, 1982; GARNER et al, 1988, 1990; ZADNIK et al, 1993; OLIVARES, 1995**). El principal objetivo de los mismos ha sido evaluar la relación entre el error refractivo y los componentes de la refracción, y la correlación entre estos últimos (radio de curvatura corneal anterior, profundidad de cámara anterior, espesor del cristalino, profundidad de cámara vítrea y longitud axial) para determinar y caracterizar los diferentes

estados refractivos. Como consecuencia de ello, conceptos o modelos de ojos emétopes han sido propuestos por varios autores entre los que se incluyen, entre otros a **HIRSCH (1950)** basándose en el análisis de la curva de distribución del error refractivo, **VAN ALPHEN (1961)** que usó el análisis factorial y **SORSBY et al (1957)** que formuló el concepto de ametropía de correlación y ametropía de componente, pero todos ellos realizados en periodos de edad, en los que la fase operativa anteriormente mencionada, ya se ha alcanzado, y por tanto no han recogido la valiosa información del desarrollo emetrópico acontecido anteriormente.

Excepto los trabajos de **ZADNIK et al (1993)** y **OLIVARES (1995)**, ninguno de los restantes, hayan sido estudios transversales o longitudinales, han realizado las medidas de la totalidad de los componentes oculares antes reseñados (*tabla I*), por lo que el uso de valores medidos de algunos de estos componentes para calcular indirectamente los valores de los demás llevan implícitos errores que incrementan las correlaciones entre los mismos. Por ejemplo, en el estudio de **SORSBY et al (1961)** la ausencia de la medida directa de la longitud axial, hace que los demás componentes contribuyan ópticamente de forma igual a la medida del error refractivo, encontrándose valores demasiado altos de la longitud axial respecto a los posteriores trabajos que utilizan métodos ultrasónicos para su medida (**LARSEN, 1971**). Sin embargo, en la mayoría de los estudios descritos anteriormente, es el grosor del cristalino o la potencia del mismo los que no se midieron directamente, y por lo tanto asumían que éste componente absorbía los errores de los restantes componentes medidos.

En realidad, estudios previos del desarrollo de los componentes oculares durante el crecimiento normal o anormal del ojo sufren de unas limitaciones en el diseño y método de medida, tales como:

1.- Ninguna medida directa de los componentes oculares que son importantes en el desarrollo de la miopía ha sido aportada en la mayoría de los estudios (excepto **ZADNIK et al, 1993** y **OLIVARES, 1995**). Así pues, el clásico estudio de **SORSBY et al (1961)** aporta el mayor conocimiento sobre el crecimiento de los componentes oculares durante la



infancia, pero el componente responsable del mayor crecimiento (longitud axial) no fue medido directamente, como antes reseñábamos. También **TOKORO & SUZUKI (1969)** aunque midieron todos los componentes oculares, los críticos revisores han sido incapaces de determinar si la longitud axial fue medida directa o indirectamente. **ZADNIK et al (1993)** han sido los primeros en aportar resultados de la primera muestra de ojos humanos con todos los componentes oculares medidos. Posteriormente **OLIVARES (1995)** aportó lo mismo, aunque los resultados provenían de una muestra clínica y de un rango de edad que abarca toda la vida humana.

ESTUDIO	TIPO	MUESTRA (N)	COMPONENTES NO MEDIDOS O NO APORTADOS
<b>Stenstrom (1948)</b>	Transversal	Población clínica (N= 1000)	Espesor y potencia del cristalino
<b>Sorsby et al. (1957)</b>	Transversal	Población clínica (N= 590)	Longitud axial, espesor del cristalino
<b>Sorsby et al. (1961)</b>	Transversal y Longitudinal	Población clínica (N= 1530)	Longitud axial y espesor del cristalino
<b>Tokoro &amp; Suzuki (1969)</b>	Transversal y Longitudinal	Población clínica (N= 28)	Longitud axial ?
<b>Sorsby &amp; Leary (1970)</b>	Longitudinal	Población escolar (N= 129)	Longitud axial y espesor del cristalino
<b>Larsen (1971)</b>	Transversal	Población Hospital (N= 926)	Curvatura y potencia del cristalino
<b>Fledelius (1980, 1982)</b>	Longitudinal	Población recién nacidos de bajo peso (N= 137)	Curvatura y potencia del cristalino
<b>Garner et al. (1988, 1990)</b>	Transversal	Jóvenes malayos y melanésios (N= 1657)	Curvatura y potencia del cristalino
<b>Zadnik et al. (1993)</b>	Transversal y Longitudinal	Población escolar (N= 530)	
<b>Olivares (1995)</b>	Transversal	Población clínica (N=200)	Curvatura del cristalino

**Tabla 1:** Estudios realizados sobre los componentes oculares que determinan la configuración del estado refractivo

2.- Aunque **HIRSCH (1961)** fue el primero en diseñar un estudio longitudinal sobre una muestra de edad escolar, edad en la que se establece el patrón de emetropización, sólo midió el error refractivo y no aportó ninguna información individual de los componentes oculares (radio de curvatura corneal anterior, potencia del cristalino y longitud axial) ni de los factores de riesgo en la ruptura del proceso de emetropización y por tanto, en el desarrollo de la miopía.

3.- Existen muchas dificultades a la hora de diseñar y ejecutar estudios transversales o longitudinales de los componentes oculares en edad escolar. Estos problemas limitan las conclusiones que podrían extraerse de éstas investigaciones, bien sea por la escasez en el número de individuos disponibles para realizar un seguimiento y obtener un paquete estadístico de datos suficientemente amplio para sacar conclusiones fiables, bien por problemas de realización y validez de medidas de componentes oculares (incluyendo el uso de diferentes métodos e inadecuada tecnología), o por escasa interpretación de los datos, los diferentes diseños a la hora de elegir la edad y grupo racial de la muestra. (*Tabla I*).

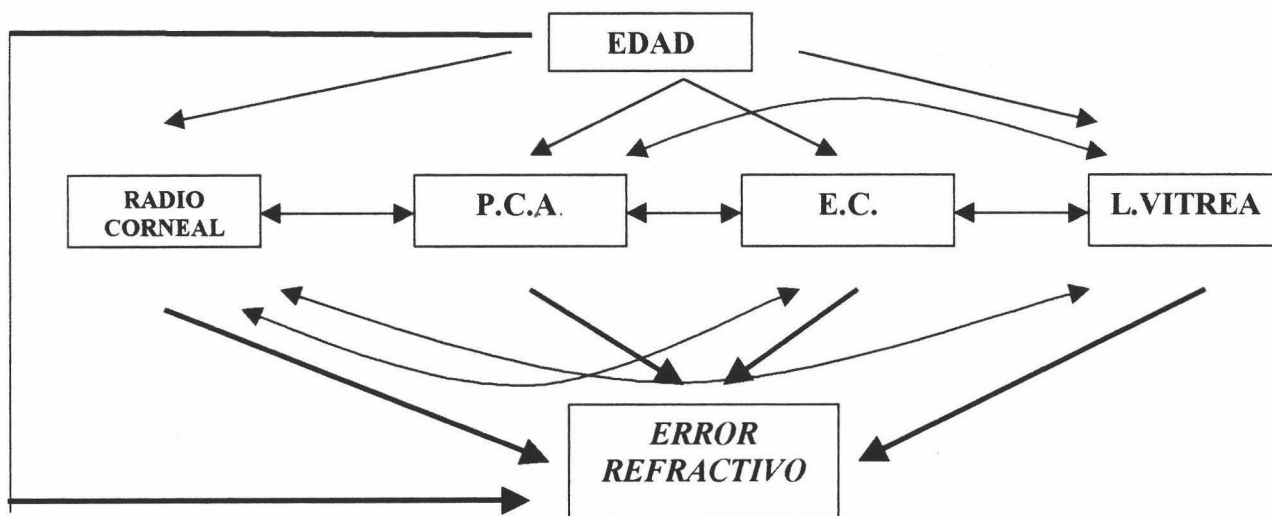
Autores como **SCOTT & GROSVENOR (1993)** usaron el modelo estructural para el estudio de dichas interdependencias oculares, como un método de análisis que es frecuentemente usado en Ciencias Biológicas y de Comportamiento. Aplicado al sistema óptico del ojo, el modelo estructural presenta dos ventajas importantes: es un método apropiado para el análisis de variables intercorrelacionadas y es un método apropiado cuando el propósito del análisis es evaluar la relación causa efecto entre las variables (**LI, 1975**), puesto que se basa en estudios transversales y no longitudinales.

Como describió **ANDERSON (1987)**, el desarrollo de un modelo estructural comienza con una teoría verbal que explique las relaciones hipotizadas entre un paquete de variables así como la secuencia causal que existe entre ellas. En el caso que nos atañe, el ojo puede ser considerado, en su forma más simple, como dos elementos refractivos (córnea y cristalino) separados uno de otro por la cámara anterior, y con el segundo

elemento refractivo (cristalino) posicionado a una distancia (cámara vítrea) de la pantalla en la que la imagen es focalizada (retina).

Mediante la queratometría obtenemos medidas directas del radio corneal, y mediante la ultrasonografía la profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad de la cámara vítrea y longitud axial. También es posible determinar indirectamente el poder refractivo del cristalino, bien por medida de las imágenes de Purkinje (BENNETT, 1961; VAN VEEN, 1988) o por cálculos (BENNETT, 1988; OLIVARES, 1995). Del mismo modo que SCOTT & GROSVENOR (1993), nosotros preferimos para el objetivo de éste análisis, utilizar medidas directas del grosor del cristalino.

Así para el análisis de las intercorrelaciones entre los componentes refractivos, nuestro propósito se basa sobre el concepto de HOFSTETTER (1969), de que el globo ocular aumenta su tamaño en todas sus dimensiones durante el proceso de emetropización. Todas éstas relaciones son analizadas en el modelo estructural del ojo, y como estableció BENTLER (1989): " Los parámetros de algún modelo estructural lineal son los coeficientes de regresión y las varianzas y covarianzas de las variables interdependientes" (figura 1).



*Figura 1: Modelo estructural propuesto (un sentido significa coeficientes de regresión lineales; doble sentido significa coeficientes de correlación lineales entre variables).*

A diferencia de **SCOTT & GROSVENOR (1993)** que utilizaron dos paquetes de datos, uno perteneciente a ojos miopes y otro a ojos emétopes, nosotros proponemos dicho estudio otro grupo más, correspondiente a ojos hipermétropes. Así mismo, añadimos un factor muy importante en el proceso de emetropización: la edad, y que dichos autores no incluyeron en el modelo. Así pues, aunque gran cantidad de datos sobre los componentes oculares y error refractivo han sido aportados por numerosos investigadores, nuestro conocimiento sobre el desarrollo normal de los componentes oculares así como el desarrollo de los componentes oculares durante el comienzo y progresión de la miopía es incompleto debido a las limitaciones de estos estudios previos. Por ello, en el presente trabajo estableceremos las bases necesarias para la interpretación de futuros trabajos que se realicen de una manera secuencial y ordenada a partir de esta muestra transversal, que posteriormente se convertirá en longitudinal. Esto presentará la gran ventaja de aclarar la relación entre componentes oculares durante el crecimiento ocular, ya que los estudios previos longitudinales han sido insuficientes para predecir el comienzo de la miopía y su progresión, así como las causas que originan tal “disfunción refractiva”.

El estudio longitudinal de Orinda de Miopía (**ZADNIK et al, 1993**) es el primero en medir ojos antes de que éstos lleguen a ser miopes, y su pretensión es intentar dilucidar los factores predictivos en el comienzo y progresión de la miopía juvenil, comparando las frecuencia de factores de riesgo (reseñados en el capítulo Introducción) en niños que llegan a ser miopes durante dicho estudio con aquellos que no lo serán. Nuestro grupo de Investigación del Departamento de Optica de la Universidad de Granada intentará llevar las mismas pautas que el grupo norteamericano, aunque en nuestro caso el paquete muestral es más homogéneo, respecto a diferencias étnicas, y se convertirá así en el primer trabajo longitudinal llevado a cabo durante el periodo de emetropización en el continente europeo.

## MATERIAL Y METODOS

En el desarrollo de nuestro trabajo de Tesis Doctoral, se ha utilizado el siguiente material:

- 1.- 682 alumnos.
- 2.- Agujero estenopéico.
- 3.- Escala de Optotipos.
- 4.- Optotipo para la medida de la foria disociada de cerca.
- 5.- Caja de lentes de prueba.
- 6.- Montura de ensayo.
- 7.- Linterna.
- 8.- Test de Ishihara.
- 9.- Oftalmoscopio.
- 10.- Retinoscopio de punto.
- 11.- Queratómetro (Oftalmómetro).
- 12.- Biómetro (Ecógrafo).
- 13.- Colirio midriático (Ciclopentolato sódico).
- 14.- Colirio anestésico (Oxibuprocaina clorhidrato).
- 15.- Peso.
- 16.- Escala de medición de alturas.
- 17.- Cinta métrica.

1.- Los 682 alumnos pertenecen al Colegio Público Gran Capitán y al Instituto de Formación Profesional Yllura de la localidad de Illora (Granada). Sus edades están comprendidas entre los 6 y 18 años.

2.- El agujero estenopéico es un pequeño orificio practicado en una placa circular opaca de color negro mate de 1 mm de diámetro, destinado a comprobar si la deficiencia visual es debida a un error refractivo o a una patología macular, de transmisión o cortical.

3.- La escala de Optotipos tiene la finalidad de valorar la agudeza visual del sujeto examinado. El Optotipo utilizado ha sido de "tipo mural" colocado a seis metros de distancia del individuo, y la figura utilizada ha sido la E de Raskin, y la escala de medida la dada por la expresión:

$$AV = \text{distancia del sujeto al optotipo} / \text{distancia a la que ha sido calculado el optotipo}$$

4.- Dada la dificultad de realización de dicha prueba en sujetos de corta edad, hemos diseñado una prueba fácil y rápida de realizar que nos indique con precisión el estado fórico disociado de cerca del sujeto a examinar. Para ello, sobre una cartulina blanca trazamos líneas negras verticales separadas 1 cm por cada metro que exista entre el optotipo y el sujeto (en este caso 0.4 cm). Desde la línea vertical central que se enumera con el cero en la parte superior, se enumeran hacia la izquierda y hacia la derecha las restantes líneas con números negativos y positivos respectivamente. Así mismo, sobre la línea del cero y en una posición centrada se dibuja una cruz de color rojo.

5.- La caja de lentes de prueba consta de lentes esféricas, cilíndricas y prismáticas colocadas por orden creciente de potencia y necesarias para la práctica optométrica, además de diversos accesorios útiles en el examen visual, tales como:

- Ocluser.
- Agujero estenopéico de 1 mm de diámetro.
- Agujero estenopéico de 0.5 mm de diámetro.
- Hendidura estenopéica de 1 mm de anchura.
- Hendidura estenopéica de 0.5 mm de anchura.
- Cristal plano afocal.
- Cristal plano esmerilado.

- Varilla de Maddox.
- Filtro rojo.
- Filtro verde.

6.- La montura de ensayo es un elemento imprescindible para la práctica de la refracción, cuando no se dispone de foróptero, y debe de cumplir los siguientes requisitos de aptitud para la practica del método de Donders:

- Adaptación adecuada a las diferentes formas y tamaños de la cara del sujeto.
- Fácil colocación y retirada de las lentes.
- Debe de estar graduada para conocer con exactitud la dirección del eje de las lentes cilíndricas correctoras.

7.- La linterna es un instrumento valioso para la exploración de la permeabilidad en la transmisión del impulso nervioso de las vías ópticas y para detectar una posición relativa anómala de los ejes visuales mediante la prueba objetiva del cover-uncover test.

8.- El test de Ishihara es una de las pruebas y métodos de análisis para la detección de las anomalías en la visión cromática. Está confeccionado de láminas compuestas de superficies coloreadas que constituyen el fondo de entre las que destacan zonas, coloreadas también, conformando una figura que es, en algunas ocasiones, visible solamente para observadores normales, defectivos en otras o presenta distinto aspecto para unos u otros. Su fundamento se basa en la existencia de colores indistinguibles para los observadores anómalos y que sí lo son para los normales, así como en la existencia de puntos neutros en la visión espectral de los primeros. Esta prueba sólo se realizó con el objetivo de informar a los tutores y padres de la visión defectiva del niño/a, y por tanto no es un dato utilizado en el presente trabajo.

9.- El Oftalmoscopio es un instrumento que permite la observación del fondo del ojo utilizando imágenes enfocadas del mismo y cuya exactitud radica en que el enfoque,



sea lo más perfecto posible. Nosotros hemos utilizado el método directo de observación mediante un oftalmoscopio portátil Welch Allyn, que lleva incorporado un sistema de iluminación formado por una lámpara de bajo voltaje, un condensador y un objetivo que proyecta la luz sobre un pequeño espejo o prisma de reflexión total que forma la imagen de la fuente luminosa sobre el ojo del sujeto. Incorpora también dos discos superpuestos de forma que, uno permite introducir un diafragma y filtros verdes y azules, y el otro permite colocar sobre el eje óptico del aparato un retículo que proyectado sobre la retina permite medir calibres de vasos sanguíneos así como la extensión de una lesión. Un disco de Recoss permite obtener todas las potencias desde +20 D. a -20 D. pudiendo leerse el valor de cada potencia en una escala iluminada. Así de este modo, observamos mediante este aparato la transparencia de medios, la observación de fondo de ojo, la excavación fisiológica del nervio óptico y la medida del potencial ocular.

10.- El retinoscopio de punto nos permite detectar, investigar y valorar objetivamente los defectos refractivos. En esencia, este aparato proyecta un haz luminoso en forma de cono sobre el ojo a examinar utilizando un espejo a 45 grados del foco emisor, y una apertura central, a través de la cual el examinador puede observar la pupila del ojo examinado. La luz que penetra en el ojo provoca un pequeño trayecto luminoso en la retina que actúa como fuente secundaria de luz, y es precisamente ésta luz derivada la que aprovecha el examinador para valorar el estado refractivo ocular. Los haces luminosos que emergen de la pupila pueden converger o diverger dependiendo del estado de ametropía ocular. El movimiento de dicho reflejo se produce inclinando el retinoscopio, y así de esta manera aparece también un movimiento de la fuente luminosa secundaria de la retina. La dirección del movimiento del reflejo dependerá del estado refractivo del ojo, de la distancia a la que se sitúa el examinador y de la vergencia de la luz que salga del espejo. El objetivo del examinador consiste en neutralizar el movimiento observado hasta llegar a un punto de inversión que aparece únicamente cuando el punto remoto del ojo examinado se corresponde con el punto nodal del examinador. La neutralización del movimiento se consigue alterando la distancia de observación o bien utilizando lentes de prueba suplementarias colocadas delante del ojo a examinar a lo largo del eje visual.



11.- El Queratómetro u Oftalmómetro es un instrumento óptico destinado a la medida del radio o radios de curvatura de la cara anterior de la córnea y por tanto de la potencia de la misma. De las distintas familias de queratómetros existentes en el mercado, nosotros hemos utilizado el queratómetro Bobes tipo Helmholtz, por su sencillez y sobre todo rapidez a la hora de realizar medidas en este tipo de población.

Su fundamento está en la reflexión producida por la cara anterior de la córnea, que actúa como espejo convexo de las miras queratométricas de tamaño conocido. Consiste en un espejo esférico de distancia frontal objeto ( $s$ ), distancia frontal imagen ( $s'$ ) y radio de curvatura ( $r$ ) relacionado entre sí de la forma:

$$1/s + 1/s' = 2/r; s' = s.r / 2s - r$$

Esta relación se sustituye en la fórmula del aumento lateral  $m = y'/y = -s'/s = r/r - 2s$ ; por lo que midiendo el valor de  $y'$ , conociendo  $s$  e  $y$  se calcula el radio mediante la expresión:

$$r = 2sy' / y' - y.$$

El valor en dioptrías de la potencia del dioptrio aire-córnea es  $D = n - 1/r$

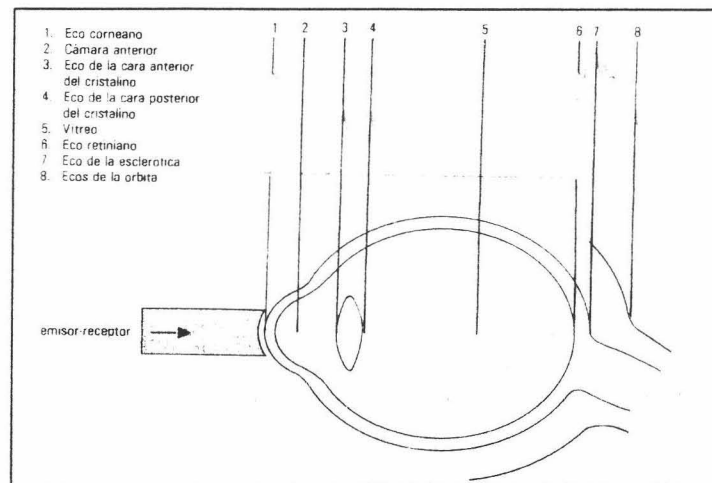
La característica fundamental de este queratómetro es que el sistema desdoblador de imagen es móvil y las miras son fijas. El sistema de iluminación es una lámpara de filamento extenso de 15 vatios de potencia, situada en el foco de un espejo cóncavo que actúa como colimador. Un espejo plano, perforado en su centro, está orientado a 45° de forma que desvía el haz colimado que llega hacia una lente planoconvexa, que actúa como condensador. En la parte posterior de la lente se sitúa un diafragma anular que trabaja como mira junto con unas cruces. La lente hace converger el haz de luz hacia la córnea del sujeto para que la imagen que ésta proporciona de la mira esté completamente iluminada. El sistema desdoblador está formado por dos parejas de prismas tallados en forma de cuña. Delante de éstos se sitúa un diafragma con cuatro aberturas circulares. Los dos conjuntos

de prismas trabajan desviando el haz de forma diferente. El de la izquierda, visto desde el ocular, produce una desviación de derecha a izquierda de la luz proveniente del orificio A, y el de la derecha produce una desviación de abajo a arriba de la luz que le llega del orificio B. La luz que sale de los dos orificios más pequeños del diafragma no atraviesa los prismas y en consecuencia no se desvía, dirigiéndose al plano focal objeto del ocular. Mediante el desplazamiento de los prismas se pueden hacer coincidir los extremos opuestos de las imágenes externas con los de la imagen central de la mira correspondiente a los orificios superior e inferior del diafragma. de esta manera, conociendo el ángulo de desviación de los prismas y la distancia que los separa del plano imagen se puede calcular el tamaño imagen  $y'$ , y por tanto el radio de curvatura de la primera cara de la córnea en dos meridianos perpendiculares. Las medidas de radios y potencias se obtienen a partir del desplazamiento de los prismas con lecturas externas situadas en los mangos para mover dichos prismas.

12.- Biómetro o Ecógrafo ocular. Es un instrumento que utiliza la ecografía o ultrasonografía para la visualización de áreas inaccesibles del ojo y de la órbita y para la medición ocular precisa (biometría). Su funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico que ocurre cuando se aplica el voltaje eléctrico a un transductor, cortado a lo largo de su eje, para que oscile a una determinada frecuencia que produce ondas de ultrasonido. Así pues, el transductor actúa como un altavoz que, al recibir los ecos, los transforma en un voltaje modificado que se visualiza con un osciloscopio o se puede procesar con un ordenador.

Si se desea efectuar un estudio biométrico preciso, como es nuestro caso, la ecografía en modo A (amplitud del tiempo) es la más adecuada, ya que la forma y tamaño de las deflexiones ofrecen una guía para el centrado exacto con respecto al eje ocular. Esta se basa en el desplazamiento del transductor estático a lo largo de una de las líneas oculares. Los ecos resultantes de las interfases entre los distintos medios aparecen como deflexiones en la escala inferior del tiempo de la pantalla osciloscópica, dependiendo de la posición de la superficie reflectante. Los ecos de las superficies oculares más profundas tardan más en regresar al transductor para su posterior conversión en energía eléctrica y

aparecen más alejados de la línea de base. La altura relativa de las deflexiones a lo largo de la línea de base (tiempo) ofrece una información valiosa de la intensidad de los ecos, y por consiguiente, de las superficies reflectantes (*figura 2*).



***Figura 2:*** Ecos resultantes de las interfases entre los distintos medios oculares obtenidos por el biómetro ocular

El biómetro utilizado ha sido: "NIDEK" Echoscan Modelo US-3000 Ultrasonic A/B Scanner.

- 13.- Colirio midriático (Ciclopentolato sódico).
- 14.- Colirio anestésico (Oxibuprocaina clorhidrato).
- 15.- Peso digital TEFAL modelo TF-370.
- 16.- Escala de medición de altura corporal
- 17.- Cinta métrica de sastre para la medida del perímetro craneal.

Al material utilizado se le ha aplicado la siguiente metodología:

Una vez aprobada la realización del presente trabajo por las Juntas Directivas y Asociaciones de Padres de los Centros de Enseñanza elegidos, se procedió a la elaboración y envío a cada alumno de un informe detallado de los objetivos propuestos, tales como:

- Detección de posibles defectos de refracción y otras causas visuales responsables del llamado "fracaso escolar".
- Evaluación y medida de los mismos/as.
- Predicción, en la medida de lo posible de la evolución de los defectos de refracción durante la edad y/o actividad escolar.

Aquellos padres que se interesaron por dicho programa, les fue solicitado por escrito la autorización correspondiente a su/s hijos, debido a que dicha exploración necesitaba de la instilación de colirios midriáticos y anestésicos.

Una vez obtenida la autorización de los posibles sujetos objetos de estudio (703) se procedió a la filiación de los mismos (nombre, edad, sexo y curso académico). Posteriormente se practicó una exploración oftalmológica básica, para detectar y descartar posibles patologías oculares, consistente en:

- 1.- Toma de Agudeza Visual basal (con o sin compensación óptica) y con agujero estenopéico.
- 2.- Reflejo rojo oftalmoscópico.
- 3.- Exploración de fondo de ojo por Oftalmoscopia directa.
- 4.- Queratometría.
- 5.- Cover-Uncover test.

De la exploración anterior 21 sujetos fueron excluidos (17 por ambliopía estrábica, 2 por queratocono y 2 por leucomas corneales). A los restantes alumnos (681) se les

recopilaron datos referidos a variables antropomórficas como talla, peso y perímetro craneal. A continuación se realizó un conjunto de pruebas con la finalidad de determinar la medida de la foria disociada de cerca a 40 cm de distancia utilizando el material anteriormente reseñado, detectar una posible visión defectiva del color utilizando el test pseudoisocromático de Ishihara, y conocer el nivel académico del alumno.

Posteriormente procedemos a la obtención de la medida del estado refractivo. Para ello, instilamos un colirio midriático (ciclopentolato sódico), una gota en cada ojo cada cinco minutos, tres veces consecutivas y esperamos de 30 a 45 minutos con el fin de paralizar la acomodación. En estas condiciones, realizamos una refracción objetiva mediante la técnica de la esciascopía. A continuación, instilamos un colirio anestésico (oxibuprocaina clorhidrato), una gota en cada ojo, y con la ayuda del biómetro obtenemos las medidas biométricas oculares, tales como:

- a.- Profundidad de Cámara anterior.
- b.- Espesor de cristalino.
- c.- Longitud vítrea.
- d.- Longitud axial.

De éste modo, se han obtenido los siguientes datos:

- 1.- Estado refractivo objetivo (Esciascopía).
- 2.- Edad.
- 3.- Radio de la cara anterior de la córnea (Queratometría).
- 4.- Profundidad de la Cámara anterior (Biometría).
- 5.- Espesor del cristalino (Biometría).
- 6.- Longitud vítrea (Biometría).
- 7.- Longitud axial (Biometría).

El espesor corneal se ha considerado como valor constante (0.6 mm), ya que trabajos anteriores a éste (**OLIVARES, 1995**) demuestran que los valores del mismo están

MATERIAL Y METODOS

comprendidos entre 0.55 y 0.6 mm, donde el error de medida en cada caso individual es superior a la desviación estándar de la muestra, y además la diferencia de espesor corneal en cada caso, influye muy poco en la potencia total de la córnea, según se puede comprobar utilizando el cálculo de la potencia corneal propuesto por **LEGRAND (1965)** para su ojo teórico.

Todos los datos obtenidos quedan reflejados en un protocolo individual, tal como se muestra a continuación:

PROTOCOLO N°..... FECHA.....  
 NOMBRE..... SEXO.....  
 EDAD.....

Talla ..... Peso..... Perímetro  
 craneal.....

O.D. ....esfera .....cilindro .....eje = (+ est.=.....)  
 Agudeza Visual (c.s.c.)  
 O. I. ....esfera .....cilindro .....eje = (+ est.=.....)

O.D. ....esfera .....cilindro .....eje  
 Escioscopía (cicloplégico)  
 O.I. ....esfera .....cilindro .....eje

	Oftalmometría	P.C.A.	E.Cristalino	Longitud vítrea	Longitud axial
<b>O.D.</b>					
<b>O.I.</b>					

Foria Disociada de Cerca ..... Test de Ishihara..... Potencial ocular O.D.....  
 O.I. ....

OBSERVACIONES:

Como se ha expuesto en el capítulo de Planteamiento del Problema, nuestro objetivo es intentar establecer correlaciones de interdependencias entre los elementos constitutivos del estado refractivo ocular durante el periodo de crecimiento humano, es

decir, durante el periodo de emetropización. Evidentemente, para realizar la caracterización que pretendemos del ojo de cada sujeto nos hace falta un conjunto adicional de datos que no hemos medido, debido a las limitaciones de nuestros métodos de medida, tales como los índices de refracción de los medios oculares, así como el radio de curvatura de la segunda cara de la córnea y a los radios de curvatura de las caras anterior y posterior del cristalino. Ello hace que establezcamos una serie de aproximaciones, basadas en los modelos esquemáticos de ojos establecidos.

En lo referente al cristalino, fijamos la posición de sus planos principales, objeto e imagen, en posiciones proporcionales, en el interior del cristalino, a las que ocupan éstos en el ojo de **LEGRAND (1965)**, de espesor 4 mm. Es decir, conocido el espesor del cristalino del ojo de un sujeto, fijamos sus planos principales a una distancia de su cara anterior que guarda la misma proporción con su espesor que en el ojo de **LEGRAND**. De esta forma, evitamos hacer suposiciones sobre los radios, e incluso de la estructura específica del cristalino, como lo realizó **OLIVARES et al (1995)**.

Respecto a la córnea, de esta deducimos su espesor con el uso del paquímetro y el radio de su cara anterior con el queratómetro, pero no el de la cara posterior, por lo que hemos de realizar alguna hipótesis sobre éste. Para ello suponemos que se mantiene la misma relación entre radios corneales que en el ojo esquemático de **LEGRAND (1965)**. De todas formas, éste ojo es resultado de un promedio estadístico de los parámetros ópticos de ojos procedentes de una gran población y entendemos que esta hipótesis es mucho más acertada, que la comúnmente empleada de suponer las dos caras de la córnea paralelas (**OLIVARES, 1995**).

La última aproximación consiste en tomar como índices de refracción de los distintos medios oculares, los aportados por **LEGRAND (1965)** en su ojo esquemático.

Con estas suposiciones y medidas, aplicamos de manera inmediata la leyes de la Óptica Geométrica Paraxial, para calcular, en cada ojo medido, la potencia y poder refractor de la córnea y cristalino, así como la posición de sus planos principales, puntos

nodales y potencia y poder refractor del sistema óptico ocular completo. Para el caso de los emétopes, se ha calculado el sistema óptico, como un sistema compuesto por dos lentes, córnea y cristalino, considerando el ojo desacomodado, tal que la imagen del infinito se forme en la retina. En el caso de los ojos amétopes, el sistema óptico calculado estará formado por la lente compensadora (a 12 mm del polo anterior), la córnea y el cristalino, y de nuevo para el ojo desacomodado.

De éste modo, podremos establecer las posibles interdependencias entre las funciones que soportan los tejidos:

- 1.- Potencia corneal.
- 2.- Potencia del cristalino.
- 3.- Radio corneal
- 4.- Espesor de cristalino.
- 5.- Profundidad de la cámara anterior.
- 6.- Longitud vítrea.
- 7.- Longitud axial.

Una vez determinadas las medidas objetivables directas e indirectas, nuestro propósito siguiente es establecer un modelo matemático estructural de crecimiento ocular en los diferentes estadios en el proceso de emetropización, para poner de manifiesto la contribución que cada parámetro ejerce en cada etapa del desarrollo emetrópico para alcanzar la emetropía o cuasiemetropía que caracteriza ópticamente a la población humana, y así obtener un valor predictivo de la función ejercida por cada variable biológica. Para ello, se ha utilizado un método de análisis estadístico, recurriendo a un programa de software estadístico: STATGRAPHICS. Dicho programa, es un paquete estadístico constituido por una amplia variedad de técnicas estadísticas. Su estructura en forma de menús permite un fácil acceso al análisis estadístico de datos a investigadores que sin ser estadísticos, necesitan usar esta disciplina. En su uso, se han ejecutado las siguientes técnicas estadísticas:



### 1.- *Estadística descriptiva básica.*

En esta variedad se calculan los estadísticos descriptivos para cada variable. Para ello, cada variable vendrá definida por medidas de posición central, tales como la media aritmética y moda, medidas de dispersión como el rango, varianza, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación, otras medidas como el primer y tercer cuartil, así como las frecuencias de las mismas.

### 2.- *Análisis de la varianza*

Para comprobar si la media de las variables analizadas de los individuos, calculadas para cada subgrupo, pueden considerarse diferentes, se realiza un contraste de hipótesis: el análisis de la varianza (ANOVA).

El proceso a seguir será el siguiente:

- 1.- Se formula una hipótesis acerca de la población.
- 2.- Se fijan los márgenes de error.
- 3.- A partir de los valores muestrales se acepta o rechaza la hipótesis.

Para aclarar lo anteriormente expuesto y toda la explicación posterior, daremos una serie de definiciones que consideramos convenientes:

#### - *Hipótesis nula.*

Hipótesis que se formula y que se quiere contrastar; es una afirmación sobre el total de la población que se acepta o se rechaza en función de los resultados muestrales

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

#### - *Hipótesis alternativa.*

Hipótesis que se acepta en caso de que  $H_0$  se rechace.

$$H_1: \mu_i \neq$$

- *Estadístico de Contraste.*

Función de los valores muestrales. Variable que sigue una distribución de probabilidad.

- *Estimador.*

Es la función de las observaciones muestrales, es decir, un estadístico que permite obtener un valor aproximado de alguna característica de la población. Es una variable aleatoria que tendrá su correspondiente función de distribución.

- *Región crítica y de aceptación.*

Al aplicar un contraste de hipótesis, los puntos del espacio muestral se pueden dividir en dos regiones complementarias; la región crítica contiene los valores del estadístico que nos llevan a rechazar  $H_0$ , por contra, la región de aceptación es la que contiene los valores del estadístico del contraste de hipótesis que nos llevan a aceptar  $H_0$ .

- *Error Tipo I.*

El cometido al rechazar la hipótesis nula siendo verdadera.

- *Error Tipo II.*

El cometido al aceptar la hipótesis nula siendo falsa.

- *Nivel de significación ( $\alpha$ ).*

La probabilidad de cometer un error tipo I, en general, se denota  $\alpha \in ]0,1[$ . Según la definición, es necesario realizar la siguiente observación: si  $\alpha = 0.05$ , rechazamos un 5% de las veces la  $H_0$  siendo cierta (error Tipo I), ahora bien, si fijamos un valor  $\alpha$  menor (y así limitamos el error), se aumenta la probabilidad de cometer un error Tipo II. Lo importante es decir si la hipótesis se acepta o se rechaza y con qué nivel de significación.

- *P- Valor*.

Es el nivel de significación  $\alpha$  cuando se trabaja con la distribución de los datos experimentales, es decir, los de la muestra.

En el presente trabajo, se han obtenido los valores medios de las variables a analizar en 681 individuos (1362 ojos). La variable aleatoria, en nuestro caso, son dichas medias para cada uno de los subgrupos y categorías en que se ha subdividido la muestra. Al determinar experimentalmente estas variables y en la realización de las medidas, en los individuos influyen una serie de factores como pueden ser cansancio, edad, sexo y concentración, entre otras muchas, y al menos en primera aproximación, podemos admitir que estos efectos son aditivos. Si todos los efectos anteriores (no aleatorios) se mantienen constantes, las medidas realizadas presentarán variaciones que se podrán considerar atribuibles a un gran número de causas (pequeñas o grandes) no distinguibles entre sí; éstas son las variables aleatorias (o de azar). El propósito de la técnica del análisis de la varianza (ANOVA) es contrastar ésta heterogeneidad, así se podrá saber si tales factores son realmente causas asignables a la variación que se trata de estudiar, o bien, dicha variación se debe atribuir al efecto del azar (variabilidad residual). Es decir, con ésta técnica se pretende separar los componentes de la variación que aparecen en un conjunto de datos estadísticos.

La hipótesis de partida son (ROHATGI, 1976):

- Aleatoriedad de las muestras.
- Independencia de las variables.
- Normalidad de las distribuciones.
- Homogeneidad de las varianzas.

En esencia, la ANOVA es un contraste de igualdad de medias. La comparación de la igualdad de medias se lleva a cabo mediante un análisis o descomposición de la variabilidad total de las observaciones muestrales en componentes aditivos, y de ahí, su nombre.

La hipótesis nula que se pretende contrastar es la afirmación de que los valores medios obtenidos en los diferentes grupos considerados son iguales, es decir, las medias de todos los grupos son iguales, por tanto, todos proceden de una misma población y, al ser iguales, las medias de todas las medidas realizadas en los diferentes grupos, es una medida representativa de la población y puede suponerse que existe un valor patrón representativo de la especie humana. Por el contrario, si la hipótesis nula es rechazada, se crea la evidencia de que existen diferencias significativas entre los grupos, y por tanto cada uno de ellos poseerá valores medios particulares.

En resumen, el contraste a realizar consiste en comparar la variabilidad (varianza) debida a las características inherentes a las muestras con la variabilidad debida al azar (varianza residual). Si la primera es significativamente mayor que la segunda diremos que sí existen diferencias entre las muestras, que no todas son iguales. El parámetro utilizado es el cociente entre la varianza debida al factor y la varianza residual, que en el caso que se cumpla la hipótesis nula sigue una distribución F de Fischer.

La realización de la ANOVA está hecha para un nivel de significación de 0.05 o menor. Los valores de la distribución F de Fischer-Snedecor se pueden apreciar en las tablas correspondientes.

Ahora bien, si el contraste resultó ser significativo puede interesarnos conocer entre que muestras concretas se encuentran diferencias significativas. Para ello, realizaremos un contraste pormenorizado de comparación múltiple de la media de las variables de los diferentes grupos. El método empleado es el conocido como prueba de Newman-Keuls, que se basa en ordenar las medias y calcular para cada diferencia  $q = (m_1 - m_2) / s$  siendo  $s = \sqrt{VR/n}$  donde  $VR$  es la varianza residual (azar) y  $n$  el tamaño de las muestras,  $m_1$  y  $m_2$  las medias de las dos muestras. Cuando los tamaños de las muestras son diferentes  $n_1 \neq n_2$ , ésta fórmula no es aplicable (como en nuestro caso), pero se puede obtener un valor de  $q$  aproximado haciendo  $n = (1/n_1 + 1/n_2)$ , es decir, igual a la media armónica de las dos muestras. A los valores de  $q$  observados se les asigna un rango en función del orden que

ocupen las medias, al clasificarlas de mayor a menor, y se contrastan con un valor  $q$  teórica, límite atribuible al azar con un nivel de probabilidad prefijado ( $p = 0.05$ ).

El uso de ésta prueba resulta necesario, ya que el nivel de probabilidad utilizado en una comparación de medias dos a dos, mediante la prueba de la *t de Student* tradicional, no sería válida, pues la probabilidad de equivocarnos al detectar diferencias significativas entre una o más parejas de medias es algo mayor del nivel indicado ( $p < 0.05$ ) ya que, al hacer ahora más contrastes simultáneos tentamos más veces a la suerte.

En las tablas que se dan pueden verse reflejados los valores medios de las variables a analizar en los distintos grupos, las desviaciones típicas, el tamaño de muestra, el rango de cada una de ellas, el valor de la varianza debida al factor, la varianza residual, los grados de libertad, el valor de la F, la probabilidad y el nivel de significación que se ha realizado el análisis de la varianza (ANOVA). También se muestra la comparación múltiple entre las muestras para las distintas variables, dándose las diferencias entre los valores medios por parejas, la Q experimental, Q teórica y el nivel de significación para el cual resultan diferentes las muestras.

### 3.- *Correlaciones.*

Muestra la matriz de correlación lineal entre las variables estudiadas, a un nivel de significación del 95%.

### 4.- *Regresión lineal.*

Estima una ecuación de regresión lineal múltiple sobre todos los datos y grupos de datos. Las salidas incluyen: coeficiente de determinación múltiple  $R^2$ , el coeficiente de determinación corregido, una tabla resumen con los valores de las estimaciones para cada variable, el error estándar y los contrastes de la *T* para los coeficientes, y una tabla ANOVA de la regresión.

## MATERIAL Y MÉTODOS

---

Todo ello se ha realizado, en la totalidad de la muestra y en cada uno de los grupos y categorías en los que se ha dividido la muestra total. De la aplicación de dicho estudio, se han obtenido los siguientes resultados.

#### **IV.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS .**

En el presente capítulo se han establecido los siguientes apartados:

IV.1.- DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DE LA MUESTRA.

IV.2.-INTERDEPENDENCIAS ENTRE VARIABLES BIOMETRICAS OCULARES.

IV.3.- DESARROLLO DE UN MODELO ESTRUCTURAL DEL OJO.

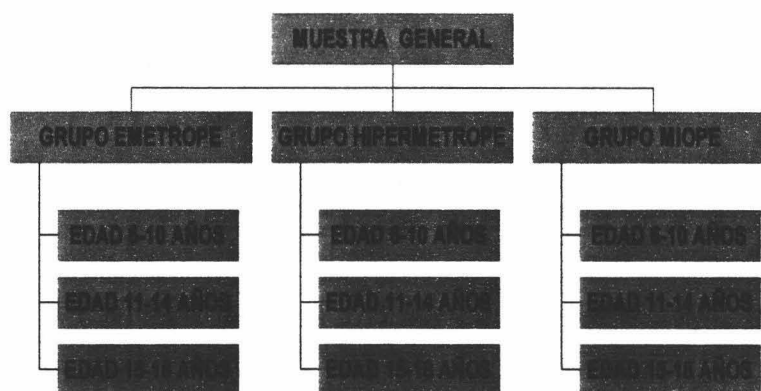
IV.4- ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMORFICAS Y NIVELES ACADÉMICOS DE LA POBLACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DEL ESTADO REFRACTIVO.

#### **IV.1.- DESCRIPCION Y CARACTERIZACION DE LA MUESTRA.**

Como se describió en el capítulo de Material y Métodos, la muestra se ha segregado en tres subpoblaciones correspondientes a cada uno de los estados refractivos que se analizan: emétopes, miopes e hipermetropes. A su vez, cada grupo se ha subdividido en tres categorías delimitadas por la edad, basándose en los diferentes criterios en los que se considera finalizado el proceso de emetropización: a los 10 años (HOSAKA, 1988), a los 13-14 años (SORSBY & LEARY, 1970; LARSEN, 1971; TANE & KHONO, 1983) o a los 15-16 años (GOSS & WINKLER, 1983).

En cada caso hemos aplicado un, otro o ambos criterios de clasificación para dividir la muestra total, estableciéndose los siguientes grupos y/o subgrupos siguientes:





En este capítulo se muestran y analizan los resultados de las variables que se han estudiado experimentalmente, en términos de estadística descriptiva. Para ello, cada variable vendrá definida por medidas de posición central, tales como la media aritmética y moda, por medidas de dispersión, tales como el rango, varianza, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación, y otras medidas como el primer y tercer cuartil. El estudio de estas variables se ha hecho sobre cada uno de los grupos y subgrupos en los que se ha dividido la muestra. En las *tablas II, III, IV y V* se muestran la estadística básica descriptiva, para las diferentes variables en los distintos grupos considerados.

Para comprobar si la media de las variables analizadas de los individuos, calculadas para cada subgrupo, pueden considerarse diferentes se realizó un contraste de hipótesis: el análisis de la varianza (ANOVA). En las *tablas VI y VII* se reflejan los resultados de dicho análisis, en las que se indica el valor de la varianza debida al factor, la varianza residual, los grados de libertad, el valor de F, la probabilidad y el nivel de significación.

En las *tablas VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI y XXII* se muestran un análisis pormenorizado (análisis de comparación múltiple mediante la prueba de Newman-Keuls) para cada variable estudiada en cada grupo considerado. En

ellas se dan las diferencias entre los valores medios por parejas, La Q experimental, Q teórica y el nivel de significación para el cual resultan diferentes las muestras.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	11,3169	11,1414	11,4925	3,3063	3,1872	3,4360	6,00	18,00	12,00	681	0,1268	29,2384	11,00	98	9,00	13,00
Talla	1,4739	1,4652	1,4827	0,1651	0,1592	0,1716	1,08	1,88	0,80	681	0,0063	11,2088	1,61	23	1,34	1,60
Peso	43,5974	42,7120	44,4828	16,6776	16,0768	17,3316	15,00	108,00	93,00	681	0,6394	38,2719	47,50	21	30,00	53,50
P.Cr.	53,7161	53,6134	53,8188	1,9347	1,8650	2,0106	48,00	62,00	14,00	681	0,0743	3,6075	54,00	155	53,00	55,00
ESC.	2,3324	2,2529	2,4119	1,2477	1,2007	1,2990	-4,00	8,00	12,00	1362	0,0406	64,1933	2,50	310	1,75	3,00
R.C.	7,8302	7,8165	7,8440	0,2584	0,2492	0,2686	7,00	8,94	1,94	1362	0,0070	3,3021	7,70	113	7,65	8,00
P.C.A.	3,7487	3,7343	3,7631	0,2609	0,2512	0,2717	2,74	4,48	1,74	1362	0,0074	6,9619	3,87	29	3,60	3,91
E.C.	3,4880	3,4770	3,4989	0,1980	0,1907	0,2062	2,19	4,35	2,16	1362	0,0056	5,6811	3,54	37	3,36	3,60
L.V.	15,7403	15,6952	15,7853	0,8142	0,7837	0,8476	13,23	19,13	5,90	1362	0,0230	5,1749	15,85	15	15,21	16,22
L.Ax.	22,9809	22,9339	23,0279	0,8504	0,8186	0,8853	19,98	26,64	6,66	1362	0,0240	3,7023	23,09	15	22,48	23,53
E.R.	0,4149	0,3514	0,4785	1,1429	1,0999	1,1900	-5,00	5,00	10,00	1362	0,0324	275,4581	0	337	0	1,00
F.D.C.	0,0107	-0,0416	0,0631	0,9301	0,8946	0,9688	-5,00	11,00	16,00	681	0,0267	8678,0370	0	562	0	0
P.Oc.	-1,9445	-2,0289	-1,8601	1,5183	1,4612	1,5808	-6,00	5,00	11,00	1362	0,0431	-78,0831	-2,00	636	-3,00	-2,00

Tabla II: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en la muestra general

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	8,0657	7,9506	8,1808	1,3746	1,2983	1,4619	6,00	10,00	4,00	274	0,0587	17,0431	9,00	64	7,00	9,00
Talla	1,3147	1,3070	1,3223	0,0913	0,0862	0,0971	1,08	1,53	0,45	274	0,0039	6,9435	1,25	15	1,25	1,37
Peso	30,3285	29,6240	31,0329	8,4133	7,9461	8,9476	15,00	61,50	46,50	274	0,3594	27,7407	24,50	17	23,50	34,50
P.Cr.	52,6661	52,5260	52,8062	1,6732	1,5803	1,7795	48,00	57,00	9,00	274	0,0715	3,1770	53,00	74	52,00	54,00
ESC.	2,5360	2,4151	2,6569	1,2347	1,1607	1,3202	-4,00	8,00	12,00	548	0,0617	56,9368	2,50	135	2,00	3,00
R.C.	7,7749	7,7545	7,7954	0,2442	0,2306	0,2597	7,00	8,50	1,50	548	0,0104	3,1405	7,70	52	7,60	7,95
P.C.A.	3,7495	3,7305	3,7685	0,2101	0,1976	0,2246	3,12	4,33	1,21	548	0,0097	5,6043	3,76	16	3,63	3,87
E.C.	3,4928	3,4790	3,5065	0,1516	0,1426	0,1621	3,07	4,34	1,27	548	0,0070	4,3416	3,51	20	3,39	3,49
L.V.	15,4696	15,4015	15,5378	0,7529	0,7079	0,8049	13,30	19,13	5,83	548	0,0348	4,8670	15,12	7	15,01	15,97
L.Ax.	22,7179	22,6472	22,7885	0,7811	0,7345	0,8350	20,43	26,64	6,21	548	0,0360	3,4384	23,26	7	22,20	23,23
E.R.	0,6191	0,5158	0,7224	1,1374	1,0692	1,2162	-3,75	5,00	8,75	548	0,0527	183,7117	0,50	113	0	1,00
F.D.C.	0,0110	-0,0753	0,974	0,9377	0,8808	1,0037	-3,00	10,00	13,00	274	0,0441	8495,6653	0	203	0	0
P.Oc.	-1,5923	-1,6983	-1,4862	1,1682	1,0982	1,2491	-5,00	5,00	10,00	548	0,0541	-73,3639	-2,00	282	-2,00	-1,00

Tabla II-1: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables en la muestra general en la categoría de edad de 6-10 años

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,1634	12,0754	12,2514	1,0595	1,0011	1,1262	11,00	14,00	3,00	278	0,0449	8,7106	11,00	98	11,00	13,00
Talla	1,5403	1,5327	1,5479	0,0915	0,0865	0,0973	1,35	1,81	0,46	278	0,0039	5,9419	1,55	15	1,47	1,60
Peso	47,1499	46,1287	48,1711	12,2962	11,6185	13,0703	26,50	90,00	63,50	278	0,5210	26,0789	43,50	13	39,00	52,50
P.Cr.	53,9425	53,8104	54,0747	1,5912	1,5035	1,6913	49,00	60,00	11,00	278	0,0674	2,9497	54,00	68	53,00	55,00
ESC.	2,2567	2,1273	2,3862	1,1992	1,1318	1,2764	-4,00	8,00	12,00	556	0,0661	69,0273	2,50	130	1,50	3,00
R.C.	7,8626	7,8408	7,8844	0,2623	0,2478	0,2788	7,30	8,94	1,64	556	0,0111	3,3361	7,70	51	7,70	8,00
P.C.A.	3,7894	3,7671	3,8118	0,2652	0,2504	0,2822	3,07	4,48	1,41	556	0,0114	6,9990	3,89	13	3,61	3,97
E.C.	3,4495	3,4335	3,4655	0,1897	0,1791	0,2019	2,19	3,91	1,72	556	0,0082	5,5002	3,49	18	3,33	3,58
L.V.	15,8788	15,8107	15,9469	0,8082	0,7631	0,8599	13,29	18,91	5,62	556	0,0347	5,0899	15,73	11	15,36	16,29
L.Ax.	23,1207	23,0487	23,1927	0,8543	0,8065	0,9089	19,98	26,01	6,03	556	0,0367	3,6948	23,09	8	22,63	23,64
E.R.	0,3347	0,2402	0,4292	1,1142	1,0516	1,1860	-4,00	5,00	9,00	556	0,0482	332,8675	0	162	0	1,00
F.D.C.	0,0516	-0,0383	0,1416	1,0496	0,9900	1,1180	-5,00	11,00	16,00	278	0,0459	2033,1839	0	211	0	0
P.Oc.	-2,2472	-2,3909	-2,1035	1,6939	1,5987	1,8030	-6,00	5,00	11,00	556	0,0733	-75,3794	-2,00	220	-3,00	-2,00

Tabla II-2: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables en la muestra general en categoría de edad de 11-14 años

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I.  $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S.  $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil)

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	16,3953	16,2459	16,5448	1,2250	1,1286	1,3424	15,00	18,00	3,00	129	0,0763	7,4718	15,00	87	15,00	18,00
Talla	1,6689	1,6588	1,6790	0,0825	0,0760	0,0904	1,49	1,88	0,39	129	0,0051	4,9423	1,61	9	1,61	1,73
Peso	64,1116	62,5158	65,7075	13,0783	12,0485	14,3312	41,00	108,00	67,00	129	0,8142	20,3993	50,00	7	54,50	72,50
P.Cr.	55,4574	55,2497	55,6650	1,7015	1,5675	1,8645	53,00	62,00	9,00	129	0,1059	3,0681	54,00	66	54,00	57,00
ESC.	2,0630	1,8898	2,2362	1,3033	1,1979	1,4324	-2,00	6,00	8,00	258	0,0884	68,7957	2,00	53	1,50	2,50
R.C.	7,8781	7,8465	7,9098	0,2594	0,2390	0,2842	7,14	8,65	1,51	258	0,0161	3,2925	7,80	18	7,70	8,05
P.C.A.	3,6573	3,6181	3,6964	0,3125	0,2873	0,3433	2,74	4,38	1,64	258	0,0200	8,5441	3,77	8	3,48	3,85
E.C.	3,5637	3,5309	3,5966	0,2623	0,2411	0,2882	3,05	4,35	1,30	258	0,0168	7,3599	3,21	7	3,38	3,72
L.V.	15,9525	15,8519	16,0532	0,8036	0,7388	0,8828	13,23	18,06	4,83	258	0,0513	5,0372	15,85	9	15,44	16,43
L.Ax.	23,1753	23,0697	23,2809	0,8471	0,7791	0,9303	20,13	25,55	5,42	258	0,0539	3,6553	22,99	5	22,74	23,68
E.R.	0,1996	0,0539	0,3453	1,1590	1,0652	1,2738	-3,50	5,00	8,50	258	0,0743	580,6912	0	87	0	0,50
F.D.C.	-0,0802	-0,1510	-0,0094	0,5561	0,5106	0,6119	-3,00	1,00	4,00	129	0,0361	-693,6352	0	86	0	0
P.Oc.	-1,9547	-2,1515	-1,7580	1,5647	1,4381	1,7197	-6,00	4,00	10,00	258	0,1004	-80,0479	-2,00	134	-2,00	-2,00

**Tabla II-3: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en la muestra general en la categoría de edad de 15-18 años.**

		EDAD 6-10 AÑOS	EDAD 11-14 AÑOS	EDAD 15-18 AÑOS	TOTAL
EMETROPE	P. Corneal	32,1060±0,8043	31,6539±0,9363	31,7057±1,0297	31,7889±0,94
	P. Cristalino	20,0547±1,3886	19,5902±1,4014	19,5029±1,1089	19,6863±1,34
HIPERMETROPE	P. Corneal	31,7067±1,0474	31,2595±1,0926	31,1288±1,0044	31,4591±1,08
	P. Cristalino	20,0587±1,4315	19,4376±1,8589	19,4487±1,5667	19,7204±1,66
MIOPE	P. Corneal	31,9958±0,8514	31,3925±3,4656	31,3798±1,0231	31,5816±2,37
	P. Cristalino	19,8518±0,9715	19,3361±1,5690	19,3408±1,4197	19,4854±1,39
GENERAL	P. Corneal	31,8122±0,9985	31,4000±1,6801	31,3972±1,0460	31,5654±1,34
	P. Cristalino	20,0333±1,3758	19,4669±1,6866	19,4462±1,3788	19,6747±1,54

**Tabla II-4: Valores medios de las variables oculares medidas indirectamente: potencia corneal y potencia del cristalino en los diferentes grupos refractivos y según categorías de edad**

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,3619	12,0377	12,6861	3,1472	2,9351	3,3973	6,00	18,00	12,00	181	0,2344	25,4167	12,00	27	10,00	15,00
Talla	1,5217	1,5066	1,5368	0,1467	0,1369	0,1584	1,16	1,85	0,69	181	0,0109	9,5909	1,55	10	1,41	1,63
Peso	46,6169	45,0609	48,1728	15,1037	14,0859	16,3042	17,50	89,00	71,50	181	1,1192	32,1462	41,00	14	34,50	57,50
P.Cr.	54,0856	53,8956	54,2757	1,8446	1,7203	1,9912	50,00	62,00	12,00	181	0,1364	3,3845	54,00	44	53,00	55,00
ESC.	1,8522	1,8233	1,7811	0,1694	0,1513	0,1909	1,75	2,25	0,50	362	0,0142	15,2994	2,00	91	1,75	2,00
R.C.	7,7798	7,7559	7,8036	0,2319	0,2163	0,2504	7,14	8,60	1,46	362	0,0122	2,9814	7,70	18	7,65	7,90
P.C.A.	3,7429	3,7147	3,7711	0,2647	0,2463	0,2865	2,79	4,43	1,64	362	0,0144	7,0630	3,64	6	3,62	3,90
E.C.	3,5192	3,5000	3,5384	0,1805	0,1680	0,1954	2,49	4,35	1,86	362	0,0103	5,3750	3,47	8	3,39	3,61
L.V.	15,7512	15,6838	15,8185	0,6324	0,5885	0,6845	14,09	18,01	3,92	362	0,0344	4,0186	15,03	6	15,28	16,13
L.Ax.	23,0203	22,9527	23,0879	0,6369	0,5928	0,6892	21,06	25,54	4,48	362	0,0348	2,7928	22,36	4	22,62	23,41
E.R.	0,0022	-0,0021	0,0065	0,0407	0,0379	0,0441	-0,25	0,25	0,50	362	0,0022	1841,1953	0	336	0	0
F.D.C.	-0,0104	-0,0685	0,0478	0,5448	0,5068	0,5898	-2,00	3,00	5,00	181	0,0297	-5425,2902	0	157	0	0
P.Oc.	-2,3658	-2,4320	-2,2996	0,6217	0,5785	0,6729	-4,00	-1,00	3,00	362	0,0338	-26,2791	-2,00	223	-3,00	-2,00

**Tabla III: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo emétrope**

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I. $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S. $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	8,5361	8,2581	8,8141	1,3774	1,2094	1,6092	6,00	10,00	4,00	48,5	0,1399	16,1357	10,00	15	8,00	10,00
Talla	1,3430	1,3263	1,3597	0,0829	0,0728	0,0969	1,16	1,51	0,35	48,5	0,0084	6,1732	1,28	4	1,28	1,39
Peso	31,1443	29,5549	32,7338	7,8743	6,9143	9,1996	17,50	49,50	32,00	48,5	0,7995	25,2833	27,50	5	24,50	38,00
P.Cr.	52,8144	52,4743	53,1546	1,6853	1,4798	1,9689	50,00	56,00	6,00	48,5	0,1711	3,1910	52,00	11	52,00	54,00
ESC.	1,8155	1,7573	1,8737	0,2692	0,2364	0,3146	1,75	2,25	0,50	97	0,0273	15,5682	2,00	42	1,75	2,00
R.C.	7,7012	7,6628	7,7397	0,1903	0,1671	0,2224	7,20	8,10	0,90	97	0,0193	2,4716	7,70	15	7,60	7,85
P.C.A.	3,7908	3,7503	3,8313	0,1895	0,1653	0,2236	3,34	4,31	0,97	97	0,0203	4,9996	3,70	5	3,67	3,91
E.C.	3,4963	3,4660	3,5267	0,1422	0,1240	0,1677	3,22	3,83	0,61	97	0,0152	4,0662	3,51	9	3,37	3,59
L.V.	15,5106	15,3891	15,6320	0,5690	0,4963	0,6712	14,11	16,51	2,40	97	0,0610	3,6682	14,99	3	15,14	15,90
L.Ax.	22,7994	22,6687	22,9302	0,6125	0,5342	0,7226	21,06	24,00	2,94	97	0,0657	2,6866	22,36	4	22,36	23,26
E.R.	0,0019	-0,0018	0,0056	0,0402	0,0374	0,0436	-0,25	0,25	0,50	97	0,0065	2,7854	0	84	0	0
F.D.C.	-0,0118	-0,1236	0,1000	0,5174	0,4506	0,6117	-2,00	1,00	3,00	48	0,0561	-4398,0177	0	32	0	0
P.Oc.	-2,069	-2,1234	-2,0146	0,2549	0,2223	0,3007	-3,00	-2,00	1,00	97	0,0273	-12,3184	-2,00	81	-2,00	-2,00

Tabla III-1: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo emétopo en la categoría de edad de 6-10 años.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,1964	12,0359	12,3570	1,0511	0,9506	1,1794	11,00	14,00	3,00	84	0,0811	8,6184	12,00	27	11,00	13,00
Talla	1,5420	1,5283	1,5556	0,0895	0,0809	0,1004	1,35	1,79	0,44	84	0,0069	5,8029	1,46	7	1,47	1,62
Peso	47,1310	45,4163	48,8456	11,2242	10,1508	12,5937	26,50	82,00	55,50	84	0,8660	23,8149	41,00	5	41,00	53,00
P.Cr.	54,1071	53,8779	54,3364	1,5006	1,3571	1,6837	51,00	58,00	7,00	84	0,1158	2,7735	54,00	22	53,00	55,00
ESC.	1,8778	1,8367	1,8189	0,1643	0,1386	0,1973	1,75	2,25	0,50	168	0,0203	14,8092	2,00	89	1,75	2,00
R.C.	7,8129	7,7769	7,8488	0,2355	0,2130	0,2643	7,30	8,60	1,30	168	0,0182	3,0147	7,80	19	7,69	7,95
P.C.A.	3,7643	3,7254	3,8031	0,2496	0,2253	0,2807	3,16	4,43	1,27	168	0,0196	6,6302	3,93	8	3,61	3,93
E.C.	3,4941	3,4722	3,5160	0,1406	0,1270	0,1582	3,15	3,89	0,74	168	0,0110	4,0248	3,47	9	3,40	3,60
L.V.	15,8468	15,7460	15,9476	0,6479	0,5849	0,7286	14,09	18,01	3,92	168	0,0509	4,0885	15,98	5	15,46	16,14
L.Ax.	23,1149	23,0162	23,2136	0,6345	0,5728	0,7153	21,48	25,54	4,06	168	0,0498	2,7449	23,09	5	22,66	23,49
E.R.	0,0079	-0,0073	0,0246	0,0821	0,0686	0,0933	-0,25	0,25	0,50	168	0,0067	875,3456	0	143	0	0
F.D.C.	-0,0093	-0,1024	0,0839	0,5988	0,5406	0,6734	-2,00	3,00	5,00	84	0,0470	-6467,4724	0	59	0	0
P.Oc.	-2,6543	-2,7617	-2,5470	0,6899	0,6229	0,7759	-4,00	-1,00	3,00	168	0,0542	-25,9936	-3,00	78	-3,00	-2,00

Tabla III-2: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo emétopo en la categoría de edad de 11-14 años.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	16,4742	16,2269	16,7216	1,2255	1,0761	1,4318	15,00	18,00	3,00	48,5	0,1244	7,4391	15,00	16	15,00	18,00
Talla	1,6653	1,6492	1,6813	0,0797	0,0700	0,0931	1,53	1,85	0,32	48,5	0,0081	4,7853	1,66	10	1,61	1,73
Peso	61,1990	58,9928	63,4051	10,9297	9,5972	12,7692	43,00	89,00	46,00	48,5	1,1097	17,8592	50,00	8	53,00	65,00
P.Cr.	55,3196	54,9729	55,6613	1,6928	1,4864	1,9777	53,00	62,00	9,00	48,5	0,1719	3,0600	54,00	27	54,00	56,00
ESC.	1,8417	1,7826	1,9007	0,1816	0,1461	0,2312	1,75	2,25	0,50	97	0,0284	15,8675	2,00	52	2,00	2,00
R.C.	7,8009	7,7511	7,8508	0,2468	0,2168	0,2884	7,14	8,20	1,06	97	0,0251	3,1643	7,80	8	7,65	8,00
P.C.A.	3,6581	3,5890	3,7272	0,3292	0,2878	0,3872	2,79	4,38	1,59	97	0,0347	9,0000	3,66	5	3,54	3,81
E.C.	3,5864	3,5341	3,6388	0,2495	0,2181	0,2935	3,05	4,35	1,30	97	0,0263	6,9575	3,47	4	3,42	3,73
L.V.	15,8116	15,6840	15,9391	0,6081	0,5315	0,7151	14,29	17,41	3,12	97	0,0641	3,8458	16,27	4	15,40	16,27
L.Ax.	23,0627	22,9341	23,1914	0,6201	0,5428	0,7279	21,45	24,18	2,73	97	0,0647	2,6889	23,36	3	22,70	23,59
E.R.	0,0083	-0,0083	0,0249	0,0791	0,0691	0,0930	-0,25	0,25	0,50	97	0,0083	948,6833	0	87	0	0
F.D.C.	-0,0111	-0,1093	0,0871	0,4679	0,4090	0,5503	-2,00	1,00	3,00	49	0,0493	-4211,5411	0	36	0	0
P.Oc.	-2,1333	-2,2386	-2,0281	0,5017	0,4385	0,5017	-4,00	-1,00	3,00	97	0,0529	-23,5164	-2,00	78	-2,00	-2,00

Tabla III-3: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo emétopo en la categoría de edad de 15-18 años.

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I.  $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S.  $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil)



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	10,6419	10,4172	10,8665	3,2279	3,0774	3,3963	6,00	18,00	12,00	396,5	0,1619	30,2798	11,00	57	8,00	13,00
Talla	1,4394	1,4278	1,4509	0,1657	0,1580	0,1744	1,08	1,83	0,75	396,5	0,0083	11,4881	1,25	13	1,30	1,57
Peso	41,1561	40,0056	42,2945	16,4433	15,6762	17,3007	15,00	99,00	84,00	396,5	0,8257	39,9708	24,50	16	28,00	50,00
P.Cr.	53,4388	53,3061	53,5716	1,9078	1,8188	2,0073	48,00	59,00	11,00	396,5	0,0957	3,5558	53,00	102	52,00	54,00
ESC.	3,0708	3,0064	3,1353	0,8778	0,8348	0,9263	2,50	8,00	5,50	793	0,0421	37,6784	2,50	310	2,50	3,00
R.C.	7,8636	7,8446	7,8825	0,2721	0,2594	0,2863	7,00	8,94	1,94	793	0,0097	3,4629	7,70	64	7,70	8,05
P.C.A.	3,7123	3,6943	3,7304	0,2471	0,2351	0,2607	2,74	4,48	1,74	793	0,0092	6,6569	3,76	18	3,57	3,86
E.C.	3,4803	3,4657	3,4949	0,1998	0,1900	0,2107	2,19	4,34	2,15	793	0,0074	5,7396	3,45	25	3,36	3,59
L.V.	15,5639	15,5070	15,6207	0,7784	0,7404	0,8211	13,23	17,95	4,72	793	0,0290	5,0013	15,44	8	15,07	16,09
L.Ax.	22,7585	22,6994	22,8175	0,8087	0,7692	0,8531	19,98	25,24	5,26	793	0,0301	3,5535	23,09	9	22,24	23,29
E.R.	1,0708	1,0064	1,1353	0,8778	0,8348	0,9263	0,50	5,00	4,50	793	0,0329	81,978	0,50	286	0,50	1,00
F.D.C.	-0,0304	-0,1017	0,0410	0,9569	0,9093	0,0106	-5,00	11,00	16,00	396	0,0364	-3148,8013	0	314	0	0
P.Oc.	-1,3029	-1,1420	-1,1941	1,4833	1,4105	1,5652	0	6,00	4,00	793	0,0555	-113,8434	1,00	377	-2,00	2,00

Tabla IV: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo hipermetrope.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	7,8935	7,7557	8,0313	1,3794	1,2891	1,4854	6,00	10,00	4,00	192,5	0,0703	17,4749	7,00	42	7,00	9,00
Talla	1,3034	1,2940	1,3127	0,0935	0,0874	0,1007	1,08	1,53	0,45	192,5	0,0048	7,1732	1,25	13	1,24	1,36
Peso	30,0260	29,1689	30,8830	8,5796	8,0178	9,2391	15,00	61,50	46,50	192,5	0,4373	28,5740	24,50	16	23,50	34,50
P.Cr.	52,6416	52,4708	52,8123	1,7098	1,5978	1,8412	48,00	57,00	9,00	192,5	0,0871	3,2479	53,00	58	52,00	54,00
ESC.	3,1142	3,0219	3,2065	0,8478	0,7877	0,9194	2,25	8,00	5,75	385	0,0507	31,6021	2,50	135	2,50	3,50
R.C.	7,8015	7,7758	7,8271	0,2569	0,2401	0,2767	7,00	8,50	1,50	385	0,0131	3,2935	7,70	37	7,65	7,95
P.C.A.	3,7185	3,6960	3,7409	0,2066	0,1920	0,2240	3,15	4,33	1,18	385	0,0114	5,5564	3,69	11	3,59	3,84
E.C.	3,5016	3,4848	3,5184	0,1550	0,1441	0,1681	3,12	4,34	1,22	385	0,0086	4,4279	3,54	15	3,40	3,60
L.V.	15,3421	15,2639	15,4203	0,7204	0,6694	0,7810	13,30	17,12	3,82	385	0,0399	4,6953	14,91	6	14,90	15,89
L.Ax.	22,5645	22,4850	22,6440	0,7334	0,6816	0,7951	20,43	24,25	3,82	385	0,0406	3,2503	22,24	5	22,05	23,10
E.R.	1,1142	1,0219	1,2065	0,8478	0,7877	0,9194	0,50	5,00	4,50	385	0,0471	76,0888	0,50	113	0,50	1,50
F.D.C.	-0,0255	-0,1067	0,0558	0,7344	0,6815	0,7975	-3,00	5,00	8,00	193	0,0414	-2882,3638	0	136	0	0
P.Oc.	-1,2531	-1,3809	-1,1252	1,1741	1,0908	1,2733	-2,00	5,00	7,00	385	0,0652	-93,6954	-2,00	178	-2,00	1,00

Tabla IV-1: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo hipermetrope en la categoría de edad de 6-10 años.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,1333	12,0122	12,2545	1,0705	0,9919	1,1649	11,00	14,00	3,00	150	0,0618	8,8231	11,00	58	11,00	13,00
Talla	1,5334	1,5230	1,5438	0,0915	0,0848	0,0996	1,35	1,81	0,46	150	0,0053	5,9703	1,51	11	1,46	1,59
Peso	47,1067	45,6216	48,5917	13,1236	12,1592	14,2801	26,50	90,00	63,50	150	0,7577	27,8594	43,50	10	38,75	52,50
P.Cr.	53,7733	53,5906	53,9561	1,6152	1,4965	1,7576	49,00	58,00	9,00	150	0,0933	3,0038	53,00	38	53,00	55,00
ESC.	3,0174	2,9173	3,1175	0,8651	0,8002	0,94321	2,50	8,00	5,50	300	0,0789	43,7971	2,50	130	2,50	3,00
R.C.	7,9140	7,8822	7,9458	0,2808	0,2602	0,3056	7,40	8,94	1,54	300	0,0162	3,5488	7,70	24	7,70	8,10
P.C.A.	3,7499	3,7204	3,7794	0,2562	0,2371	0,2792	3,07	4,48	1,41	300	0,0150	6,8318	3,66	8	3,59	3,91
E.C.	3,4289	3,4056	3,4522	0,2028	0,1877	0,2210	2,19	3,91	1,72	300	0,0119	5,9144	3,30	11	3,31	3,56
L.V.	15,7372	15,6491	15,8253	0,7655	0,7083	0,8342	13,29	17,95	4,66	300	0,0449	4,8641	15,73	7	15,28	16,19
L.Ax.	22,9187	22,8232	23,0143	0,8301	0,7681	0,9046	19,98	25,24	5,26	300	0,0487	3,6218	22,92	6	22,48	23,47
E.R.	1,0174	0,9173	1,1175	0,8651	0,8002	0,9432	0,50	5	4,50	300	0,0511	85,0279	0,50	128	0,50	1,00
F.D.C.	0,0179	-0,1261	0,1618	1,2290	1,1358	1,3415	-5,00	11,00	16,00	150	0,0734	6882,3810	0	104	0	0
P.Oc.	-1,4774	-1,6761	-1,2787	1,7175	1,5887	1,8726	-2,00	5,00	7,00	300	0,1014	-116,2524	-1,00	148	-1,00	1,00

Tabla IV-2: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo hipermetrope en la categoría de edad de 11-14 años.

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I.  $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S.  $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil )

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	16,2963	16,0698	16,5228	1,1861	1,0481	1,3733	15,00	18,00	3,00	54	0,1141	7,2780	15,00	18	15,00	18,00
Talla	1,6629	1,6471	1,6786	0,0825	0,0729	0,0955	1,49	1,83	0,34	54	0,0079	4,9625	1,60	5	1,60	1,72
Peso	64,2593	61,7542	66,7643	13,1194	11,5932	15,1902	41,50	99,00	57,50	54	1,2624	20,4164	46,50	3	54,00	72,75
P.Cr.	55,3519	55,0286	55,6751	1,6928	1,4959	1,9600	53,00	59,00	6,00	54	0,1629	3,0583	54,00	16	54,00	57,00
ESC.	3,0833	2,8866	3,2801	1,0002	0,8809	1,1635	2,50	6,00	3,50	108	0,1221	39,9072	2,50	45	2,50	3,50
R.C.	7,9454	7,8974	7,9933	0,2512	0,2220	0,2909	7,25	8,50	1,25	108	0,0242	3,1623	7,95	11	7,78	8,10
P.C.A.	3,5881	3,5304	3,6458	0,2963	0,2612	0,3441	2,74	4,17	1,43	108	0,0291	8,2567	3,86	5	3,36	3,81
E.C.	3,5568	3,5044	3,6093	0,2692	0,2374	0,3127	3,15	4,31	1,16	108	0,0264	7,5700	3,21	4	3,38	3,71
L.V.	15,7759	15,6174	15,9343	0,8139	0,7177	0,9453	13,23	17,25	4,02	108	0,0798	5,1594	15,44	5	15,41	16,41
L.Ax.	22,9214	22,7565	23,0864	0,8470	0,7469	0,9838	20,13	24,73	4,60	108	0,0831	3,6954	23,29	4	22,47	23,60
E.R.	1,0833	0,8866	1,2801	1,0002	0,8809	1,1635	0,50	4,00	3,50	108	0,0990	92,3267	0,50	45	0,50	1,50
F.D.C.	-0,1856	-0,3137	-0,0575	0,6346	0,5572	0,7414	-3,00	0,50	3,50	54	0,0644	-341,9742	0	28	0	0
P.Oc.	-0,9706	-1,2843	-0,6569	1,5949	1,4047	1,8554	-2,00	4,00	6,00	108	0,1579	-164,3222	-1,00	52	-1,00	0,00

Tabla IV-3: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo hipermetrope en la categoría de edad de 15-18 años.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,0773	11,6336	12,5209	3,2566	2,9731	3,6096	6,00	18,00	12,00	103,5	0,3213	26,9559	11,00	28	9,00	15,00
Talla	1,5231	1,5013	1,5450	0,1606	0,1466	0,1780	1,23	1,88	0,65	103,5	0,0155	10,3509	1,61	8	1,41	1,65
Peso	47,6981	45,1725	50,2237	18,5394	16,9256	20,5486	21,00	108,00	87,00	103,5	1,8024	38,3161	47,50	5	33,50	58,50
P.Cr.	54,1353	53,8602	54,4103	2,0190	1,8432	2,2378	49,00	60,00	11,00	103,5	0,1942	3,6597	54,00	23	53,00	55,00
ESC.	0,3835	0,2637	0,5033	0,8362	0,7607	0,9310	-4,00	1,50	5,50	207	0,0915	576,7470	1,00	81	0	1,00
R.C.	7,7923	7,7612	7,8235	0,2286	0,2087	0,2534	7,40	8,65	1,25	207	0,0159	2,9340	7,60	23	7,60	7,95
P.C.A.	3,8936	3,8573	3,9300	0,2564	0,2335	0,2852	3,05	4,46	1,41	207	0,0184	6,5856	3,85	6	3,75	4,08
E.C.	3,4671	3,4382	3,4959	0,2036	0,1854	0,2264	3,00	4,19	1,19	207	0,0146	5,8727	3,48	7	3,32	3,60
L.V.	16,3751	16,2466	16,5036	0,9061	0,8251	1,0077	14,76	19,13	4,37	207	0,0649	5,5334	16,79	4	15,61	16,97
L.Ax.	23,7426	23,6185	23,8667	0,8752	0,7970	0,9734	21,81	26,64	4,83	207	0,0627	3,6864	23,18	4	23,03	24,40
E.R.	-1,301	-1,4268	-1,1753	0,8775	0,7983	0,9771	-4,00	-1,00	3,00	207	0,0635	-67,4488	-0,50	51	-1,50	-0,50
F.D.C.	0,2027	0,0142	0,3912	1,2952	1,1765	1,4447	-2,00	10,00	12,00	103	0,0952	638,9454	0	66	0	0
P.Oc.	-3,5916	-3,7699	-3,4134	1,2442	1,1319	1,3854	-6,00	-1,00	5,00	207	0,0900	-34,6429	-3,00	66	-5,00	-3,00

Tabla V: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables estudiadas en el grupo miope.

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	8,3788	8,1033	8,6543	1,1200	0,9588	1,3588	6,00	10,00	4,00	33	0,1379	13,3666	9,00	12	7,00	9,00
Talla	1,3389	1,3202	1,3576	0,0760	0,0651	0,0923	1,23	1,51	0,28	33	0,0094	5,6790	1,28	8	1,28	1,41
Peso	30,8939	28,8749	32,9130	8,2081	7,0272	9,9584	20,00	52,00	32,00	33	1,0103	26,5683	22,00	6	23,50	38,00
P.Cr.	52,5909	52,2385	52,9434	1,4329	1,2267	1,7384	49,50	55,00	5,50	33	0,1764	2,7246	52,00	18	51,00	54,00
ESC.	0,3546	0,1168	0,5923	0,8789	0,7423	1,0894	-4,00	1,50	5,50	66	0,1966	1,139,8746	1,00	26	-0,25	1,00
R.C.	7,7282	7,6768	7,7796	0,2090	0,1789	0,2535	7,40	8,30	0,90	66	0,0257	2,7042	7,60	11	7,60	7,85
P.C.A.	3,8659	3,8090	3,9228	0,2124	0,1796	0,2626	3,12	4,20	1,08	66	0,0284	5,4934	4,10	4	3,77	4,01
E.C.	3,4359	3,3997	3,4721	0,1351	0,1142	0,1670	3,07	3,72	0,65	66	0,0180	3,9306	3,32	4	3,33	3,52
L.V.	16,1486	15,9272	16,3700	0,8262	0,6988	1,0218	14,90	19,13	4,23	66	0,1104	5,1164	14,90	2	15,42	16,76
L.Ax.	23,4866	23,2663	23,7069	0,8223	0,6955	1,0170	22,00	26,64	4,64	66	0,1099	3,5011	22,00	2	22,89	24,08
E.R.	-1,3182	-1,5790	-1,0574	0,9640	0,8142	1,1949	-3,75	-0,50	3,25	66	0,1300	-73,1309	-0,50	16	-1,50	-0,50
F.D.C.	0,2593	-0,2745	0,7930	1,9540	1,6481	2,4277	-1,00	10,00	11,00	33	0,2659	753,7048	0	23	0	0
P.Oc.	-2,8364	-3,0736	-2,5991	0,8770	0,7407	1,0870	-5,00	-2,00	3,00	66	0,1181	366,4658	0	49	0	-1,00

Tabla V-1: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables en el grupo miope en la categoría de edad de 6-10 años

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I.  $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S.  $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil)



	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	12,2159	11,9942	12,4376	1,0444	0,9116	1,2308	11,00	14,00	3,00	44	0,1113	8,5495	11,00	14	11,00	13,00
Talla	1,5620	1,5425	1,5816	0,0921	0,0804	0,1085	1,37	1,71	0,34	44	0,0098	5,8964	1,53	4	1,50	1,63
Peso	47,3864	44,9460	49,8267	11,4981	10,0358	13,5505	29,00	80,00	51,00	44	1,2257	24,2645	47,50	4	38,50	53,50
P.Cr.	54,2159	53,8701	54,5617	1,6291	1,4219	1,9199	51,00	60,00	9,00	44	0,1737	3,0049	54,00	12	53,00	55,00
ESC.	0,4235	0,2523	0,5948	0,7925	0,6902	0,9370	-3,50	1,50	5,00	88	0,1407	588,2318	1,00	32	0	1,00
R.C.	7,7861	7,7429	7,8293	0,2035	0,1776	0,2399	7,48	8,28	0,80	88	0,0217	2,6138	7,70	10	7,60	7,95
P.C.A.	3,9674	3,9134	4,0214	0,2544	0,2220	0,2998	3,13	4,46	1,33	88	0,0271	6,4118	4,03	5	3,79	4,16
E.C.	3,4460	3,4066	3,4854	0,1857	0,1621	0,2189	3,00	3,84	0,84	88	0,0198	5,3899	3,60	5	3,29	3,60
L.V.	16,4111	16,2019	16,6203	0,9856	0,8603	1,1616	14,76	18,91	4,15	88	0,1051	6,0058	14,76	3	15,63	16,98
L.Ax.	23,8165	23,6223	1,0781	0,9148	0,7984	1,0781	21,81	26,01	4,20	88	0,0975	3,8409	23,76	3	23,18	24,43
E.R.	-1,3324	-1,5143	-1,1504	0,8420	0,7333	0,9955	-4,00	-0,50	3,50	88	0,0913	-63,1941	-1,00	24	-5,00	-3,00
F.D.C.	0,2901	0,0546	0,5256	1,0632	0,9231	1,2628	-1,00	5,00	6,00	44	0,1181	366,4658	0	25	0	0,50
P.Oc.	-4,0706	-4,3389	-3,8022	1,2420	1,0817	1,4684	-6,00	-2,00	4,00	88	0,1347	-30,5117	-3,00	24	-5,00	-3,00

**Tabla V-II: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables en el grupo miope en la categoría de edad de 11-14 años.**

	Media	L.I.M.	L.S.M.	$\sigma$	L.I. $\sigma$	L.S. $\sigma$	Min.	Max.	Rango	N	E.S.M.	C.V.	Moda	F.M.	Q <sub>1</sub>	Q <sub>3</sub>
Edad	16,4528	16,0916	16,8140	1,3092	1,1026	1,6304	15,00	18,00	3,00	26,5	0,1798	7,9575	15,00	10	15,00	18,00
Talla	1,6879	1,6642	1,7117	0,0861	0,0725	0,1073	1,55	1,88	0,33	26,5	0,0118	5,1035	1,61	3	1,62	1,74
Peso	69,1415	64,9669	73,3161	15,1322	12,7443	18,8449	41,00	108,00	67,00	26,5	2,0786	21,8859	72,50	3	58,50	79,00
P.Cr.	55,9245	55,4596	56,3895	1,6853	1,4194	2,0988	53,00	60,00	7,00	26,5	0,2315	3,0136	56,00	8	55,00	57,00
ESC.	0,3443	0,1077	0,5810	0,8580	0,7226	1,0685	-4,00	1,00	3,00	53	0,1179	249,1654	1,00	23	0	1,00
R.C.	7,8825	7,8097	7,9552	0,2638	0,2222	0,3286	7,52	8,65	1,13	53	0,0362	3,3473	7,80	7	7,70	8,05
P.C.A.	3,7969	3,7208	3,8729	0,2700	0,2267	0,3380	3,05	4,21	1,16	53	0,0378	7,1120	4,11	3	3,72	4,00
E.C.	3,5376	3,4612	3,6141	0,2717	0,2281	0,3401	3,08	4,19	1,11	53	0,0380	7,6801	3,57	3	3,30	3,72
L.V.	16,5616	16,3348	16,7884	0,8057	0,6765	1,0083	15,20	18,06	2,86	53	0,1128	4,8646	15,85	3	15,85	17,32
L.Ax.	23,8961	23,6664	24,1257	0,8157	0,6849	1,0210	22,75	25,55	2,80	53	0,1142	3,4137	22,75	2	23,18	24,65
E.R.	-1,2304	-1,4700	-0,9908	0,8512	0,7147	1,0654	-3,50	-0,50	3,00	53	0,1192	-69,1844	-0,50	18	-2,00	-0,50
F.D.C.	0	-0,1465	0,1465	0,5151	0,4318	0,6464	-2,00	1,00	3,00	26	0,1225	287,4563	0	17	0	0
P.Oc.	-3,6078	-3,9460	-3,2696	1,2013	1,0087	1,5035	-6,00	-1,00	5,00	53	0,1682	-33,2971	-3,00	24	-5,00	-3,00

**Tabla V-3: Estadística básica descriptiva de las diferentes variables en el grupo miope en la categoría de edad de 15-18 años**

(Media= media aritmética; L.I.M.= límite inferior de la media; L.S.M.= límite superior de la media;  $\sigma$  = desviación típica; L.I. $\sigma$  = límite inferior de la desviación típica; L.S. $\sigma$  = límite superior de la desviación típica; Min= mínimo valor; Max = máximo valor; Rango= intervalo entre máximo y mínimo valor; N= tamaño de las observaciones válidas; E.S.M. = error standard de la media; C.V. = coeficiente de variación; Moda; F.M. = frecuencia de la moda; Q<sub>1</sub>= primer cuartil; Q<sub>3</sub>= tercer cuartil)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	438,1654	2	10,3110	679	10,9397	681	42,4949	0	P<0,001
Talla	1,1374	2	0,0256	679	0,0273	681	44,3612	0	P<0,001
Peso	5.765,4134	2	270,2705	679	278,3456	681	21,3320	7,549E-10	P<0,001
P.Cr.	73,3817	2	3,6430	679	3,7455	681	73,3817	2,394E-9	P<0,001
ESC.	777,5278	2	1,0997	1360	2,2407	1362	707,0298	0	P<0,001
R.C.	1,0505	2	0,0654	1360	0,0668	1362	16,0717	1,263E-7	P<0,001
P.C.	13,5468	2	1,7814	1360	1,7987	1362	7,6044	0,0005	P<0,001
P.C.A.	2,5308	2	0,0642	1360	0,0682	1362	39,4031	0	P<0,001
E.C.	0,2284	2	0,0382	1360	0,0385	1362	5,9850	2,5888E-3	P<0,01
P.L.C.	4,2685	2	2,3747	1360	2,3778	1362	1,7975	0,1661	NO
L.V.	50,5137	2	0,5836	1360	0,6633	1362	86,5532	0	P<0,001
L.Ax.	74,6642	2	0,6040	1360	0,7219	1362	123,6125	0	P<0,001
E.R.	549,2586	2	1,9621	1360	2,7663	1362	279,9405	0	P<0,001
F.D.C.	600,3650	2	1,0850	679	1,9657	681	553,3244	0	P<0,001
P.Oc.	3,5563	2	0,8675	1360	0,8716	1362	4,0995	1,6794E-2	P<0,05

Tabla VI: Análisis de la varianza (ANOVA) entre los diferentes grupos refractivos.

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	21,0915	2	1,8921	272	1,9747	274	11,1473	1,8690E-5	P<0,001
Talla	0,0829	2	0,0081	272	0,0083	274	10,2846	4,127E-5	P<0,001
Peso	60,4493	2	70,8220	272	70,7841	274	0,853	1	NO
P.Cr.	1,3696	2	2,8049	272	2,7996	274	0,488	1	NO
ESC.	293,5504	2	1,0154	546	2,0850	548	289,1078	0	P<0,001
R.C.	0,4712	2	0,0581	546	0,0596	548	8,109	3,3856E-4	P<0,001
P.C.	7,4403	2	0,9734	546	0,9971	548	7,643	0,0005	P<0,001
P.C.A.	0,6105	2	0,0417	546	0,0442	548	14,6322	6,869E-7	P<0,001
E.C.	0,1038	2	0,2265	546	0,0230	548	4,584	1,0678E-2	P<0,05
P.L.C.	1,0480	2	1,8964	546	1,8927	548	0,552	1	NO
L.V.	15,6327	2	0,5022	546	0,5669	548	31,1275	9,095E-13	P<0,001
L.Ax.	20,6823	2	0,5242	546	0,6102	548	39,4540	0	P<0,001
E.R.	106,0241	2	1,4674	546	1,8497	548	72,2530	0	P<0,001
F.D.C.	224,5366	2	1,0124	272	1,8296	274	221,7943	0,1158	NO
P.Oc.	71,0859	2	1,0634	546	1,3646	548	66,8465	0	P<0,001

Tabla VI-1: Análisis de la varianza (ANOVA) entre los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años.

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	0,2644	2	1,1242	276	1,1210	278	0,2352	1	NO
Talla	0,0282	2	0,0083	276	0,0084	278	3,4001	3,4068E-2	P<0,05
Peso	2,7513	2	151,9667	276	151,4290	278	0,0181	1	NO
P.Cr.	9,8579	2	2,5082	276	2,5347	278	3,9302	2,0191E-2	P<0,05
ESC.	312,6255	2	1,3048	554	2,4266	556	239,6026	0	P<0,001
R.C.	0,8602	2	0,0659	554	0,0688	556	13,0541	2,888E-6	P<0,001
P.C.	8,3686	2	2,8027	554	2,8228	556	2,9859	0,0513	P<0,1
P.C.A.	1,6709	2	0,0645	554	0,0704	556	25,9139	1,819E-11	P<0,001
E.C.	0,2222	2	0,0337	554	0,0344	556	6,6029	1,4693E-3	P<0,01
P.L.C.	2,1093	2	2,8473	554	2,8445	556	0,7408	1	NO
L.V.	15,4599	2	0,5986	554	0,6537	556	25,8276	2,001E-11	P<0,001
L.Ax.	27,2159	2	0,6271	554	0,7257	556	43,4015	0	P<0,001
E.R.	298,7638	2	2,4343	554	3,5022	556	122,7300	0	P<0,001
F.D.C.	253,9603	2	1,2856	276	2,1961	278	197,5427	0	P<0,001
P.Oc.	239,7748	2	1,9771	554	2,8694	556	121,2782	0	P<0,001

Tabla VI-2: Análisis de la varianza (ANOVA) entre los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años.

( V.F.= varianza debida al factor; G.L.F. =grados de libertad del factor; V.R.= varianza residual; G.L.R.= grados de libertad residuo; V.T.= varianza total; F= valor de contraste; Pr= probabilidad; N.S.= nivel de significación)

	V.F.	G.L.F.	V.R.	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	0,3132	2	1,5077	127	1,4978	129	0,20771		NO
Talla	0,0122	2	0,0068	127	0,0068	129	1,80410,0890		P<0,1
Peso	1.083,0729	2	163,8897	127	171,0429	129	6,60851,5917E-3		P<0,01
P.Cr.	7,3052	2	2,8605	127	2,8951	129	2,55397,9769E-2		P<0,1
ESC.	149,8823	2	0,8545	256	2,0143	258	175,4020 0		P<0,001
R.C.	0,5337	2	0,0636	256	0,0673	258	8,38862,963E-4		P<0,001
P.C.	8,5132	2	1,0360	256	1,0942	258	8,21740,0003		P<0,001
P.C.A.	0,7459	2	0,0923	256	0,0976	258	8,08244,0006E-4		P<0,001
E.C.	0,0430	2	0,0699	256	0,0688	258	0,62381		NO
P.L.C.	0,4283	2	1,9133	256	1,9012	258	0,22381		NO
L.V.	11,9759	2	0,5521	256	0,6457	258	21,6928 2,159E-9		P<0,001
L.Ax.	17,1819	2	0,5827	256	0,7176	258	29,4886 3,638E-12		P<0,001
E.R.	138,6594	2	1,6089	256	2,6755	258	86,1802 0		P<0,001
F.D.C.	107,9714	2	0,8161	127	1,6500	129	132,2965 0		P<0,001
P.Oc.	120,5167	2	1,4645	256	2,4484	258	82,2947 0		P<0,001

**Tabla VI-3: Análisis de la varianza (ANOVA) entre los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años**

(V.F.= varianza debida al factor; G.L.F. =grados de libertad del factor; V.R.= varianza residual; G.L.R.= grados de libertad residuo; V.T.= varianza total; F= valor de contraste; Pr= probabilidad; N.S.= nivel de significación)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	6.422,818	2	1,502	679	10,931	681	4.274,665	0	P<0,001
Talla	13,0796	2	0,0081	679	0,0273	681	1.622,4887	0	P<0,001
Peso	106.043,9840	2	122,6041	679	278,1421	681	864,9299	0	P<0,001
P.Cr.	707,5184	2	2,7081	679	3,7431	681	261,2555	0	P<0,001
ESC.	22,3172	2	2,2111	1360	2,2407	1362	10,0931	4,455E-5	P<0,001
R.C.	1,4254	2	0,0648	1360	0,0668	1362	21,9912	3,984E-10	P<0,001
P.C.	27,9271	2	1,7603	1360	1,7987	1362	15,8653	1,545E-7	P<0,001
P.C.A.	1,4730	2	0,0659	1360	0,0681	1362	22,3602	2,874E-10	P<0,001
E.C.	1,1093	2	0,0375	1360	0,0392	1362	29,5587	9,095E-13	P<0,001
P.L.C.	48,2148	2	2,3045	1360	2,3778	1362	20,9223	1,154E-9	P<0,001
L.V.	27,8853	2	0,6195	1360	0,6630	1362	45,0145	0	P<0,001
L.Ax.	26,2164	2	0,6827	1360	0,7233	1362	38,4018	0	P<0,001
E.R.	59,9315	2	2,6865	1360	2,7705	1362	22,3088	2,938E-10	P<0,001
F.D.C.	15,7706	2	1,9453	679	1,9657	681	8,1069	3,1628E-4	P<0,001
P.Oc.	1,2445	2	0,8710	1360	0,8716	1362	1,4288	2,399E-10	P<0,001

**Tabla VII:** Análisis de la varianza entre las diferentes categorías de edad en la muestra general.

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	1380,4341	2	1,4184	179	9,5782	181	973,2559	0	P<0,001
Talla	2,5830	2	0,0073	179	0,0215	181	355,7607	0	P<0,001
Peso	21.945,9994	2	107,1297	179	228,1206	181	204,8546	0	P<0,001
P.Cr.	152,2606	2	2,5733	179	3,4026	181	59,1688	0	P<0,001
ESC.	0,0781	2	0,0726	360	0,0726	362	1,0760	0,342	NO
R.C.	0,4128	2	0,0518	360	0,0538	362	7,9705	4,103E-4	P<0,001
P.C.	6,7424	2	0,8643	360	0,8969	362	7,8002	0,0005	P<0,001
P.C.A.	0,4603	2	0,0678	360	0,0701	362	6,7938	1,2811E-3	P<0,01
E.C.	0,2774	2	0,0311	360	0,0326	362	8,9071	1,7012E-4	P<0,001
P.L.C.	8,1653	2	1,7603	360	1,7982	362	4,6385	0,0103	P<0,05
L.V.	3,4227	2	0,3819	360	0,3999	362	8,9614	1,6157E-4	P<0,001
L.Ax.	2,9295	2	0,3907	360	0,4057	362	7,4971	6,5195E-4	P<0,001
E.R.	14,9085	2	0,3018	360	0,3827	362	49,4074	0	P<0,001
F.D.C.	0,0041	2	0,0019	179	0,0019	181	2,1683	0,1153	NO
P.Oc.	13,0074	2	0,3114	360	0,3865	362	41,7717	0	P<0,001

**Tabla VII-1:** Análisis de la varianza entre las diferentes categorías de edad en el grupo emélope

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	3201,2673	2	1,5713	394	10,5593	396	2037,2763	0	P<0,001
Talla	7,5838	2	0,0083	394	0,0275	396	908,9775	0	P<0,001
Peso	57.981,0374	2	124,2779	394	270,3809	396	466,5433	0	P<0,001
P.Cr.	336,7662	2	2,7965	394	3,6399	396	120,4233	0	P<0,001
ESC.	0,1558	2	1,4063	790	1,4031	792	0,1108	1	NO
R.C.	1,4838	2	0,0705	790	0,0741	792	21,0521	1,238E-9	P<0,001
P.C.	23,6471	2	1,1217	790	1,1786	792	21,0817	1,204E-9	P<0,001
P.C.A.	1,0140	2	0,0584	790	0,0611	792	17,3585	4,346E-8	P<0,001
E.C.	0,7616	2	0,0379	790	0,0399	792	20,1008	3,209E-9	P<0,001
P.L.C.	34,0944	2	2,6742	790	2,7616	792	12,7494	3,624E-6	P<0,001
L.V.	14,7118	2	0,5666	790	0,6059	792	25,9669	1,273E-11	P<0,001
L.Ax.	11,2568	2	0,6245	790	0,6540	792	18,0258	2,3E-8	P<0,001
E.R.	10,9775	2	2,5400	790	2,5613	792	4,3219	1,359E-2	P<0,05
F.D.C.	0,1746	2	1,4051	394	1,4020	396	0,1243	1E0	NO
P.Oc.	10,4012	2	2,1771	790	2,2002	792	4,7775	0,0087	P<0,01

**Tabla VII-2:** Análisis de la varianza entre las diferentes categorías de edad en el grupo hipermetrope

( V.F.= varianza debida al factor; G.L.F. =grados de libertad del factor; V.R.= varianza residual; G.L.R.= grados de libertad residuo; V.T.= varianza total; F= valor de contraste; Pr= probabilidad; N.S.= nivel de significación)

	V.F.	G.L.F.	V.R	G.L.R.	V.T.	G.L.T.	F	Pr.	N.S
Edad	829,9052	2	1,2905	102	10,0128	104	643,0751	0	P<0,001
Talla	1,9059	2	0,0074	102	0,0258	104	259,2444	0	P<0,001
Peso	21.508,0347	2	136,2172	102	343,7106	104	157,8951	0	P<0,001
P.Cr.	163,8311	2	2,5101	102	4,0763	104	65,2700	0	P<0,001
ESC.	0,6139	2	1,7441	205	1,7331	207	0,3520	1	NO
R.C.	0,3527	2	0,0493	205	0,0523	207	7,1510	9,9635E-4	P<0,001
P.C.	8,3128	2	5,6200	205	5,6461	207	1,4792	0,2303	NO
P.C.A.	0,4997	2	0,0612	205	0,0658	207	8,1607	3,9669E-4	P<0,001
E.C.	0,1737	2	0,0401	205	0,0415	207	4,3345	1,4415E-2	P<0,05
P.L.C.	5,2723	2	1,9107	205	1,9453	207	2,7594	0,0658	P<0,1
L.V.	2,3806	2	0,8048	205	0,8210	207	2,9581	5,4288E-2	P<0,1
L.Ax.	2,6757	2	0,7462	205	0,7661	207	3,5860	2,9581E-2	P<0,05
E.R.	29,2340	2	2,1631	205	2,4260	207	13,5146	3,078E-6	P<0,001
F.D.C.	1,6952	2	1,7651	102	1,7644	104	0,9604	1	NO
P.Oc.	25,4430	2	1,2939	205	1,5481	207	19,6632	1,760E-8	P<0,001

**Tabla VII-3: Análisis de la varianza (ANOVA) entre las diferentes categorías de edad en el grupo miope.**

(V.F.= varianza debida al factor; G.L.F.= grados de libertad del factor; V.R.= varianza residual; G.L.R.= grados de libertad residuo; V.T.= varianza total; F= valor de contraste; Pr= probabilidad; N.S.= nivel de significación)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,2846	1,4383	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	1,7200	11,9425	4,12	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	1,4354	8,0997	3,64	P<0,01

**Tabla VIII:** Análisis de comparación múltiple de los diferentes valores medios de la variable edad entre los diferentes grupos refractivos

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,0015	0,1475	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0823	11,4635	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,0838	9,4809	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,2256	59,0581	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1286	26,9067	3,64	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	0,3542	73,8996	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,1990	25,8969	3,64	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,1233	16,0469	3,64	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	0,3223	37,2496	4,12	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,2231	22,5989	3,64	P<0,01
M. 2 -- M. 3	0,1259	11,9412	3,64	P<0,01
M. 3 -- M. 1	0,3490	31,2081	4,12	P<0,01
HIP. 1 -- HIP. 2	0,2300	46,2451	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,1295	17,8633	3,64	P<0,01
HIP. 3 -- HIP. 1	0,3595	51,1161	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,0041	0,3999	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,0396	5,4929	4,12	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	0,0356	4,2051	3,64	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	0,0201	2,3712	2,77	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,0086	1,3810	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,0286	3,6715	3,31	P<0,05
EM. 3 -- M. 3	0,0227	2,2823	2,77	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,0024	0,2935	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,0251	2,5693	3,31	NO

**Tabla IX:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable talla entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermetrópe en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermetrópe en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermetrópe en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V.R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	1,0812	1,0674	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	5,4668	7,4139	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	6,5480	7,2168	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	16,8214	35,7077	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	16,9617	28,7668	3,64	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	33,7832	57,1472	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	15,9866	17,1291	3,64	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	14,0680	15,0734	3,64	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	30,0546	28,5985	4,12	P<0,01
M. 1 -- M. 2	16,4924	12,2726	3,64	P<0,01
M. 2 -- M. 3	21,7551	15,1611	3,64	P<0,01
M. 3 -- M. 1	38,2476	25,1269	4,12	P<0,01
HIP. 1 -- HIP. 2	17,0807	28,1364	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	17,1526	19,3906	3,64	P<0,01
HIP. 3 -- HIP. 1	34,2333	39,8828	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,2504	0,2637	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	1,1184	1,6543	3,31	NO
M. 1 -- HIP. 1	0,8680	1,0948	2,77	NO
EM. 2 -- M. 2	0,2554	0,2227	2,77	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,0243	0,0289	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,2797	0,2647	3,31	NO
EM. 3 -- M. 3	7,9425	5,1366	4,12	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	3,0603	2,4167	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	4,8823	3,2159	2,77	P<0,05

**Tabla X:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable peso entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V.R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)



	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,0496	0,4220	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	0,6468	7,5553	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,6964	6,6112	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	2,7913	31,7701	4,12	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	1,5148	17,2861	3,64	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	2,7913	31,7701	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	1,2927	8,9369	3,64	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	1,2124	8,3820	3,64	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	2,5052	15,3806	4,12	P<0,01
M. 1 -- M. 2	1,6250	8,9080	3,64	P<0,01
M. 2 -- M. 3	1,7086	8,7718	3,64	P<0,01
M. 3 -- M. 1	3,3336	16,1334	4,12	P<0,01
HIP. 1 -- HIP. 2	1,1318	12,4283	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	1,5785	11,8959	3,64	P<0,01
HIP. 3 -- HIP. 1	2,7103	21,0495	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,2235	1,1829	3,31	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,1729	1,2849	2,77	NO
M. 1 -- HIP. 1	0,0506	0,3210	2,77	NO
EM. 2 -- M. 2	0,1088	0,7381	2,77	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,3338	3,0933	2,77	P<0,05
M. 2 -- HIP. 2	0,4426	3,2599	3,31	NO
EM. 3 -- M. 3	0,6049	2,9613	3,31	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,0323	0,1929	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,5727	2,8552	2,77	P<0,05

*Tabla XI: Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable perímetro craneal entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R/n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)*

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	1,5328	23,7215	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	1,3814	29,3704	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	2,9142	50,3527	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,2793	4,4128	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1938	2,4463	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,4731	5,9587	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,0504	2,0742	3,31	NO
EM. 2 -- EM. 3	0,0195	0,8009	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,0309	1,1308	2,77	NO
M. 1 -- M. 2	0,0843	0,5543	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,1199	0,7385	2,77	NO
M. 3 -- M. 1	0,2042	1,1855	3,31	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,0300	0,4646	2,77	NO
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0582	0,6189	3,31	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,0282	0,3093	2,77	NO
EM. 1 -- M. 1	1,5892	13,9783	3,64	P<0,01
EM. 1 -- HIP. 1	1,4206	17,5499	3,64	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	3,0098	31,7075	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	1,5553	14,6335	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	1,3402	17,2196	3,64	P<0,01
M. 2 -- HIP. 2	2,8956	29,5712	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	1,4160	12,6820	3,64	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	1,4179	15,5072	3,64	P<0,01
M. 3 -- HIP. 3	2,8339	25,8511	4,12	P<0,01

**Tabla XII:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable esciopia entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,0126	0,7978	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0838	7,3094	4,12	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,0713	5,0501	3,64	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,0877	8,0896	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,0156	1,1479	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,1032	7,5946	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,1116	5,4394	4,12	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,0119	0,5813	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,0997	4,3144	3,64	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,0580	2,2663	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,0963	3,5274	2,77	P<0,05
M. 3 -- M. 1	0,1543	5,3260	4,12	P<0,01
HIP. 1 -- HIP. 2	0,1125	7,7765	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0314	1,4878	2,77	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,1439	7,0391	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,0269	0,9907	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,1002	5,1766	4,12	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	0,0733	3,2278	2,77	P<0,05
EM. 2 -- M. 2	0,0267	1,1187	2,77	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,1012	5,7798	3,64	P<0,01
M. 2 -- HIP. 2	0,1279	5,8090	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	0,0815	2,6759	2,77	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,1444	5,7892	4,12	P<0,01
M. 3 -- HIP. 3	0,0629	2,1034	2,77	NO

*Tabla XIII: Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable radio corneal entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermetrópe en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermetrópe en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermetrópe en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/V.R - n$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)*

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,2073	2,5210	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	0,3298	5,5087	4,12	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,1225	1,6630	2,77	NO
EDAD 1 -- EDAD 2	0,4222	7,2958	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,4149	5,8579	4,12	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	0,0027	0,0389	2,77	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,4521	5,3922	4,12	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,0517	0,6172	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,4003	4,2406	3,64	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,6033	2,2101	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,0127	0,0436	2,77	NO
M. 3 -- M. 1	0,6159	1,9922	3,31	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,4472	7,7462	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,1307	1,5550	2,77	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,5779	7,0869	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,1102	0,9901	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,3993	5,0377	4,12	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	0,2891	3,1100	2,77	P<0,05
EM. 2 -- M. 2	0,2614	1,6782	2,77	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,3944	3,4553	3,31	P<0,05
M. 2 -- HIP. 2	0,1330	0,9262	2,77	NO
EM. 3 -- M. 3	0,3259	2,6506	2,77	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,5769	5,7298	4,12	P<0,01
M. 3 -- HIP. 3	0,2510	2,0796	2,77	NO

**Tabla XIV:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable potencia corneal entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R/n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,1508	9,3595	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0306	2,5911	2,77	NO
MIOPE--HIPERMETROPE	0,1813	12,5344	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,0399	3,4880	2,77	P<0,05
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1322	9,4566	4,12	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	0,0922	6,4464	3,64	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,0265	1,0851	2,77	NO
EM. 2 -- EM. 3	0,1061	4,3868	3,64	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	0,1327	4,7951	4,12	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,1015	3,3933	2,77	P<0,05
M. 2 -- M. 3	0,1705	5,5378	4,12	P<0,01
M. 3 -- M. 1	0,0690	2,0383	2,77	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,0315	2,2809	2,77	NO
HIP. 2 -- HIP. 3	0,1618	8,2861	4,12	P<0,01
HIP. 3 -- HIP. 1	0,1304	6,7748	3,64	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,0751	3,0344	2,77	P<0,05
EM. 1 -- HIP. 1	0,0723	4,1503	3,64	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	0,1474	7,0561	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	0,2031	8,5427	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	0,0143	0,8135	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,2175	9,9510	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	0,1388	3,6854	3,64	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	0,0700	2,2646	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,2088	5,6857	4,12	P<0,01

**Tabla XV:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable profundidad de cámara anterior entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R/n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,0521	4,1958	4,12	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0389	4,2729	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,0132	1,1849	2,77	NO
EDAD 1 -- EDAD 2	0,0433	5,0110	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1143	10,8309	4,12	P<0,01
EDAD 3 -- EDAD 1	0,0709	6,5699	3,64	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,0022	0,1355	2,77	NO
EM. 2 -- EM. 3	0,0924	5,6306	4,12	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	0,0901	4,8036	3,64	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,0101	0,4186	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,0916	3,6777	3,64	P<0,01
M. 3 -- M. 1	0,1017	3,7136	3,31	P<0,05
HIP. 1 -- HIP. 2	0,0727	6,5434	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,1279	8,1321	4,12	P<0,01
HIP. 3 -- HIP. 1	0,0552	3,5632	2,77	P<0,05
EM. 1 -- M. 1	0,0604	3,3145	2,77	P<0,05
EM. 1 -- HIP. 1	0,0053	0,4106	2,77	NO
M. 1 -- HIP. 1	0,0657	4,2682	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	0,0481	2,7973	2,77	P<0,05
EM. 2 -- HIP. 2	0,0652	5,1226	4,12	P<0,01
M. 2 -- HIP. 2	0,0171	1,0848	2,77	NO
EM. 3 -- M. 3	0,0488	1,4989	3,31	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,0296	1,1075	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,0192	0,6040	2,77	NO

**Tabla XVI:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable espesor del cristalino entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,2008	2,0505	2,77	NO
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0342	0,4763	2,77	NO
MIOPE--HIPERMETROPE	0,2350	2,6716	3,31	NO
EDAD 1 -- EDAD 2	0,5664	8,3602	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,0209	0,2502	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,5871	6,9387	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,4645	3,7247	3,64	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,0874	0,7083	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,5518	3,9121	3,31	P<0,05
M. 1 -- M. 2	0,5157	3,0862	3,31	NO
M. 2 -- M. 3	0,0046	0,0270	2,77	NO
M. 3 -- M. 1	0,5110	2,7001	2,77	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,6212	6,6548	4,12	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0112	0,0845	2,72	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,6000	4,6842	3,64	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,2029	1,2164	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,0040	0,0343	2,77	NO
M. 1 -- HIP. 1	0,2070	1,4693	3,31	NO
EM. 2 -- M. 2	0,2541	1,6082	3,31	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,1527	1,3044	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,1015	0,6986	2,77	NO
EM. 3 -- M. 3	0,1621	0,9456	3,31	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,0541	0,3845	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,1080	0,6457	2,77	NO

**Tabla XVII:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable potencia del cristalino entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/V.R - n$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)



	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,6239	12,8508	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	0,1873	5,2636	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,8112	18,6021	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,4092	11,6521	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,0738	1,7213	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,4829	11,0076	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,3362	5,7883	4,12	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,0352	0,6133	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,3010	4,5809	3,64	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,2626	2,4214	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,1504	1,3475	2,77	NO
M. 3 -- M. 1	0,4130	3,3637	3,31	P<0,05
HIP. 1 -- HIP. 2	0,3951	9,1968	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0387	0,6361	2,77	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,4338	7,2374	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,6380	7,4315	3,64	P<0,01
EM. 1 -- HIP. 1	0,1685	2,7868	2,77	P<0,05
M. 1 -- HIP. 1	0,8065	11,1264	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	0,5644	7,7898	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	0,1096	2,0428	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,6740	10,1224	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	0,7500	8,1449	3,64	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	0,0357	0,4718	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,7857	8,7481	4,12	P<0,01

*Tabla XVIII: Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable profundidad de cámara vítrea entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermetrópe en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermetrópe en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermetrópe en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)*

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,7222	14,6381	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	0,2619	7,2501	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	0,9841	22,1854	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,4029	10,9356	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,0546	1,2166	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,4575	9,9630	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,3155	5,3693	4,12	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,0522	0,9039	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,2633	3,9832	3,64	P<0,01
M. 1 -- M. 2	0,3299	3,1593	2,77	P<0,05
M. 2 -- M. 3	0,0796	0,7405	2,77	NO
M. 3 -- M. 1	0,4095	3,4635	3,31	P<0,05
HIP. 1 -- HIP. 2	0,3542	7,8590	3,64	P<0,01
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0027	0,0426	2,77	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,3569	5,6743	4,12	P<0,01
EM. 1 -- M. 1	0,6872	7,8346	3,64	P<0,01
EM. 1 -- HIP. 1	0,2349	3,8039	3,64	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	0,9221	12,4541	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	0,7016	9,4618	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	0,1961	3,5714	2,77	P<0,05
M. 2 -- HIP. 2	0,8978	13,1737	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	0,8334	8,8440	3,64	P<0,001
EM. 3 -- HIP. 3	0,1413	1,8287	2,77	NO
M. 3 -- HIP. 3	0,9746	10,5629	4,12	P<0,01

**Tabla XIX:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable longitud axial entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermetrópe en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermetrópe en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermetrópe en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	1,4500	22,5912	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	1,1424	24,4528	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	2,5924	45,0943	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,2608	4,3926	3,64	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1177	1,5843	2,77	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,3785	5,0826	4,12	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,0052	1,3143	2,77	NO
EM. 2 -- EM. 3	0,0077	1,9715	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,0129	2,9181	3,31	NO
M. 1 -- M. 2	0,0028	0,0186	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,2944	1,8026	3,31	NO
M. 3 -- M. 1	0,2916	1,6829	2,77	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,0300	0,4648	2,77	NO
HIP. 2 -- HIP. 3	0,0629	0,6684	3,31	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,0329	0,3602	2,77	NO
EM. 1 -- M. 1	1,5176	13,3678	3,64	P<0,01
EM. 1 -- HIP. 1	1,1552	14,2916	3,64	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	2,6727	28,1978	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	1,5256	14,4601	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	1,1200	14,4968	3,64	P<0,01
M. 2 -- HIP. 2	2,6456	27,2187	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	1,2389	11,3537	3,64	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	1,1751	13,1506	3,64	P<0,01
M. 3 -- HIP. 3	2,4140	22,5325	4,12	P<0,01

**Tabla XX:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable error refractivo entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1 / \sqrt{V.R - n})$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	0,1711	2,9429	2,77	P<0,05
EMETROPE--HIPERMETR.	0,0407	0,9650	2,77	NO
MIOPE--HIPERMETROPE	0,2118	4,0486	3,31	P<0,05
EDAD 1 -- EDAD 2	0,0217	0,5371	2,77	NO
EDAD 2 -- EDAD 3	0,1183	2,3523	3,31	NO
EDAD 3 -- EDAD 1	0,0966	1,9115	2,77	NO
EM. 1 -- EM. 2	0,0412	0,8185	2,77	NO
EM. 2 -- EM. 3	0,0014	0,0278	2,77	NO
EM. 3 -- EM. 1	0,0426	0,7533	3,31	NO
M. 1 -- M. 2	0,0253	0,1571	2,77	NO
M. 2 -- M. 3	0,2440	1,4249	3,31	NO
M. 3 -- M. 1	0,2188	1,2072	2,77	NO
HIP. 1 -- HIP. 2	0,0271	0,5248	2,77	NO
HIP. 2 -- HIP. 3	0,1942	2,5714	3,31	NO
HIP. 3 -- HIP. 1	0,1671	2,2763	2,77	NO
EM. 1 -- M. 1	0,1865	1,7239	2,77	NO
EM. 1 -- HIP. 1	0,0594	0,7681	2,77	NO
M. 1 -- HIP. 1	0,2459	2,7259	3,31	NO
EM. 2 -- M. 2	0,2530	2,5410	3,31	NO
EM. 2 -- HIP. 2	0,0089	0,1237	2,77	NO
M. 2 -- HIP. 2	0,2440	2,6447	2,77	NO
EM. 3 -- M. 3	0,0103	0,1550	2,77	NO
EM. 3 -- HIP. 3	0,1839	3,3575	2,77	P<0,05
M. 3 -- HIP. 3	0,1942	2,9490	3,31	NO

**Tabla XXI:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable foria disociada de cerca entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/V.R - n$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

	DIFERENCIA	Q. EXPERIMENTAL	Q.TEORICA	NIVEL SIGNIF.
EMETROPE--MIOPE	1,3717	15,8933	3,64	P<0,01
EMETROPE--HIPERMETR.	1,1034	17,5632	3,64	P<0,01
MIOPE--HIPERMETROPE	2,4752	32,0174	4,12	P<0,01
EDAD 1 -- EDAD 2	0,6585	9,4438	4,12	P<0,01
EDAD 2 -- EDAD 3	0,3088	3,5384	2,77	P<0,05
EDAD 3 -- EDAD 1	0,3497	3,9964	3,64	P<0,01
EM. 1 -- EM. 2	0,6135	12,3864	4,12	P<0,01
EM. 2 -- EM. 3	0,5311	10,7213	3,64	P<0,01
EM. 3 -- EM. 1	0,0825	1,4787	2,77	NO
M. 1 -- M. 2	1,2424	7,3366	4,12	P<0,01
M. 2 -- M. 3	0,6123	3,3864	2,77	P<0,05
M. 3 -- M. 1	0,6301	3,2847	2,77	P<0,05
HIP. 1 -- HIP. 2	0,2029	2,3384	2,77	NO
HIP. 2 -- HIP. 3	0,5152	4,0739	3,31	P<0,05
HIP. 3 -- HIP. 1	0,3122	2,5445	2,77	NO
EM. 1 -- M. 1	0,9891	7,2365	3,64	P<0,01
EM. 1 -- HIP. 1	0,8308	8,5380	3,64	P<0,01
M. 1 -- HIP. 1	1,8199	15,9480	4,12	P<0,01
EM. 2 -- M. 2	1,6180	11,1448	3,64	P<0,01
EM. 2 -- HIP. 2	1,2414	11,6772	3,64	P<0,01
M. 2 -- HIP. 2	2,8594	21,3790	4,12	P<0,01
EM. 3 -- M. 3	1,5367	10,0300	3,64	P<0,01
EM. 3 -- HIP. 3	1,2256	9,7679	3,64	P<0,01
M. 3 -- HIP. 3	2,7622	18,3629	4,12	P<0,01

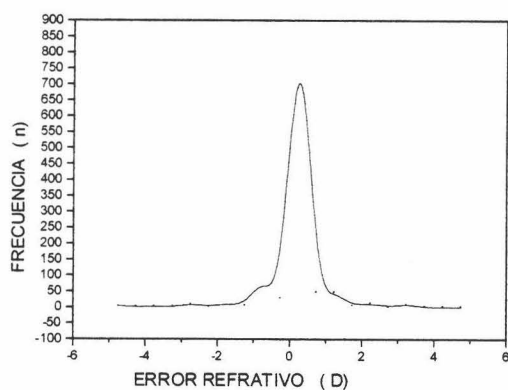
**Tabla XXII:** Análisis de comparación múltiple (NEWMAN-KEULS) de los diferentes valores medios de la variable potencial ocular entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados (EDAD 1= categoría de edad de 6-10 años; EDAD 2= categoría de edad de 11-14 años; EDAD 3= categoría de edad de 15-18 años; EM.1= grupo emétrope en edad de 6-10 años; EM.2= grupo emétrope en edad de 11-14 años; EM.3= grupo emétrope en edad de 15-18 años; HIP.1= grupo hipermétrope en edad de 6-10 años; HIP.2= grupo hipermétrope en edad de 11-14 años; HIP.3= grupo hipermétrope en edad de 15-18 años; M.1= grupo miope en edad de 6-10 años; M.2= grupo miope en edad de 11-14 años; M.3= grupo miope en edad de 15-18 años); DIFERENCIA= diferencia entre valores medios; Q EXPERIMENTAL=  $(m_2 - m_1)/\sqrt{V.R - n}$ , siendo  $m_1$  y  $m_2$  los valores medios a comparar, V:R: la varianza residual y n el tamaño de muestra)

El grupo general consta de 681 individuos (1362 ojos), de edad comprendida entre los 6 y 18 años, con una media de 11.32 años y una desviación típica de 3.31 años. En la *tabla II* se observa cada una de las variables estudiadas y la estadística básica correspondiente. De su estudio podemos deducir que no existe ninguna medida de las variables estudiadas que destaque por su valor anómalo, ya que todas se comportan como variables pertenecientes a una distribución normal o gaussiana, tras haber realizado para cada una de las mismas la prueba de bondad de ajuste de SMIROV-KOLMOGOROV, lo que nos indica que el paquete muestral es homogéneo y útil para los intereses que nos deparan.

	EMETROPE	HIPERMETROPE	MIOPE	GENERAL
EDAD 6-10 AÑOS	48,5 (17,7%)	192,5 (70,3%)	33 (12,0%)	274 (40,3%)
EDAD 11-14 AÑOS	84 (30,2%)	150 (54,0%)	44 (15,8%)	278 (40,8%)
EDAD 15-18 AÑOS	48,5 (37,6%)	54 (41,9%)	26,5 (20,5%)	129 (18,9%)
TOTAL	181 (26,6%)	396,5 (58,2%)	103,5 (15,2%)	681 (100%)

***Tabla XXIII: Distribución de la muestra según estado refractivo y categorías de edad***

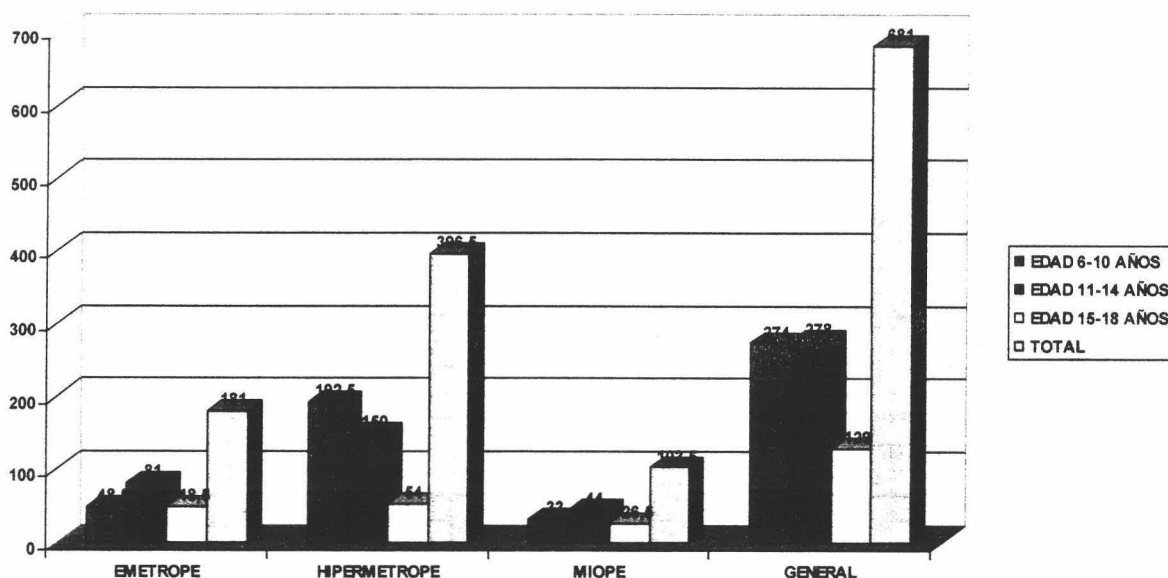
Dentro de éste grupo general hemos clasificado a los sujetos según edades y estado refractivo. De la *tabla XXIII* destacamos la mayor prevalencia de la hipermetropía (58.20%) frente a la emetropía (26.60%) y miopía (15.20%), pudiendo comprobarse en la *gráfica 1* como la moda queda desplazada hacia la derecha (cuasiemetropía entre 0 y +1 dioptrías de error refractivo absoluto)



***Gráfica 1 : Distribución de frecuencias absolutas de individuos según error refractivo***

y que desarrolla una cola hacia valores negativos. Si analizamos la prevalencia del estado refractivo con respecto a la edad vemos como la frecuencia de la

hipermetropía va disminuyendo desde el grupo de edad 1 (70.30%) al grupo de edad 3 (41.90%), mientras que la frecuencia miópica y emtrópica lo hace en sentido inverso, es decir, va aumentando respecto a la edad, como queda reflejado en la *gráfica 2* (obtenida de la *tabla XXIII*)



**Gráfica 2** : Distribución de frecuencias en número de individuos según estado refractivo y categorías de edad

En la *tabla XXIV* se reflejan los resultados por sexo en cada uno de los grupos considerados. Al realizar la comparación de medias por sexos (t de STUDENT) en la muestra general, se observa que existen diferencias significativas para todas las variables medidas excepto para las variables edad, error refractivo y foria disociada de cerca. Es de destacar, que los valores medios pertenecientes al sexo femenino son significativamente inferiores a los del sexo masculino, salvo para las variables medidas indirectamente, tales como potencia corneal y potencia del cristalino (*tabla XXV*).



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	EMETROPES		HIPERMETROPES		MIOPESES		GENERAL	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer
<b>EDAD 6-10 AÑOS</b>	25	23,5	102	90,5	14	19	138	136
<b>EDAD 11-14 AÑOS</b>	44	40	76	74	24	20	144	134
<b>EDAD 15-18 AÑOS</b>	27	21,5	26	28	15	11,5	68	61
<b>TOTAL</b>	<b>96</b>	<b>85</b>	<b>204</b>	<b>192,5</b>	<b>53</b>	<b>50,5</b>	<b>350</b>	<b>331</b>

**Tabla XXIV:** Distribución de individuos por sexo en los diferentes grupos refractivos y categorías de edad considerados

	EDAD 6-10 AÑOS		EDAD 11-14 AÑOS		EDAD 15-18 AÑOS		TOTAL	
<b>EDAD</b>	8,1014±1,4587	N.S.	12,2418±1,1193	P<0,05	16,0882±1,1384	P<0,001	11,3680±3,2121	N.S.
	8,0294±1,2854		12,0677±0,9754		16,7377±1,2318		11,2336±3,4167	
<b>TALLA</b>	1,3228±0,0866	P<0,05	1,5450±0,1007	N.S.	1,7174±0,0725	P<0,001	1,4922±0,1733	P<0,001
	1,3065±0,0955		1,5345±0,0787		1,6149±0,0549		1,4536±0,1531	
<b>PESO</b>	30,9529±8,1063	N.S.	48,1225±13,399	P<0,05	68,0721±13,714	P<0,001	45,3013±17,832	P<0,001
	29,6949±8,6828		45,9641±10,707		59,6967±10,777		41,7008±15,078	
<b>PER.CRAN.</b>	53,2246±1,4473	P<0,001	54,2974±1,6336	P<0,001	56,1324±1,6945	P<0,001	54,2326±1,8859	P<0,001
	52,0993±1,6985		53,5100±1,4258		54,7049±1,3648		53,1411±1,8243	
<b>R.C.</b>	7,8402±0,2311	P<0,001	7,9074±0,2578	P<0,001	7,9322±0,2656	P<0,001	7,8862±0,2519	P<0,001
	7,7086±0,2396		7,8081±0,2579		7,8179±0,2393		7,7680±0,2516	
<b>P.C</b>	31,5420±0,9194	P<0,001	31,2794±1,0078	N.S.	31,1831±1,0534	P<0,001	31,3622±0,9933	P<0,001
	32,0864±1,0025		31,5471±2,2363		31,7917±1,6151		31,7917±1,6151	
<b>P.C.A.</b>	3,7661±0,1998	N.S.	3,8007±0,2631	N.S.	3,7122±0,3239	P<0,01	3,7711±0,2568	P<0,01
	3,7307±0,2202		3,7760±0,2677		3,5981±0,2896		3,7231±0,2637	
<b>E.C.</b>	3,4882±0,1364	N.S.	3,4356±0,2016	N.S.	3,5369±0,2626	N.S.	3,4743±0,1979	P<0,01
	3,4980±0,1673		3,4659±0,1736		3,5926±0,2599		3,5035±0,1974	
<b>P.L.C.</b>	19,7920±1,2797	P<0,001	19,1866±1,8238	P<0,001	19,2091±1,3589	P<0,001	19,4159±1,5797	P<0,001
	20,3064±1,4315		19,8018±1,4398		19,9716±1,4427		19,9716±1,4427	
<b>L. VITREA</b>	15,6334±0,6581	P<0,001	16,0288±0,8026	P<0,001	16,1269±0,8038	P<0,001	15,9004±0,7797	P<0,001
	15,2843±0,8099		15,7002±0,7795		15,7648±0,7631		15,5568±0,8185	
<b>L. AXIAL</b>	22,8890±0,6721	P<0,001	23,2665±0,8441	P<0,001	23,3753±0,7898	P<0,001	23,1475±0,7988	P<0,001
	22,5251±0,8492		23,9472±0,8352		22,9566±0,8568		22,7899±0,8683	
<b>E.R.</b>	0,6612±1,0704	N.S.	0,3938±1,7021	N.S.	0,2188±1,3949	N.S.	0,4456±1,1951	N.S.
	0,5855±1,5898		0,3250±1,1591		0,2746±1,1541		0,4321±1,3159	
<b>F.D.C.</b>	0,0111±1,1151	N.S.	0,1175±1,0846	P<0,05	-0,1194±0,6609	N.S.	0,0344±1,0340	N.S.
	0,0156±0,7220		-0,0653±1,0121		-0,0424±0,3954		-0,0179±0,7822	

**Tabla XXV:** Comparación de medias entre sexos mediante la prueba de la t de Student en la muestra general (en primer lugar aparece el valor medio de la variable analizada para el sexo masculino y en segundo término para el sexo femenino, indicando a su derecha el nivel de significación para el test de contraste entre ambos valores)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	EDAD 6-10 AÑOS		EDAD 11-14 AÑOS		EDAD 15-18 AÑOS		TOTAL	
EDAD	8,4400±1,5407	N.S.	12,3068±1,1779	N.S.	16,0926±1,1205	P<0,001	12,3646±3,0907	N.S.
	8,6383±1,1874		12,0750±0,8827		16,9535±1,1943		12,3588±3,2189	
TALLA	1,3284±0,0852	N.S.	1,5366±0,0985	N.S.	1,7154±0,0617	P<0,001	1,5327±0,1664	N.S.
	1,3585±0,0784		1,5479±0,0786		1,6023±0,0493		1,5093±0,1199	
PESO	30,4000±7,4437	N.S.	47,1818±12,433	N.S.	54,3019±10,737	P<0,01	47,6266±16,523	N.S.
	31,9362±8,3149		47,0750±9,8015		57,3023±9,9816		45,4765±13,276	
PER.CRAN.	53,2400±1,5722	P<0,01	54,4318±1,5595	P<0,01	55,9815±1,8274	P<0,001	54,5573±1,9244	P<0,001
	52,3617±1,6994		53,7500±1,3548		54,4884±1,0322		53,5529±1,5952	
R.C.	7,7530±0,1734	P<0,01	7,8886±0,2513	P<0,001	7,8272±0,2466	N.S.	7,8360±0,2376	P<0,001
	7,6462±0,1938		7,7295±0,1852		7,7679±0,2461		7,7162±0,2084	
P.C	31,8872±0,7213	P<0,01	31,3519±0,9778	P<0,01	31,5985±1,0235	N.S.	31,5607±0,9529	P<0,001
	32,3387±0,8298		31,9861±0,7663		31,8402±1,0336		32,0467±0,8739	
P.C.A.	3,7900±0,1977	N.S.	3,7443±0,2283	N.S.	3,6696±0,3664	N.S.	3,7358±0,2692	N.S.
	3,7918±0,1819		3,7847±0,2695		3,6444±0,2824		3,7507±0,2603	
E.C.	3,4760±0,1370	N.S.	3,4928±0,1369	N.S.	3,5892±0,2617	N.S.	3,5149±0,1849	N.S.
	3,5203±0,1461		3,4954±0,1451		3,5832±0,2374		3,5239±0,1761	
P.L.C.	19,8953±1,5217	N.S.	19,5463±1,6142	N.S.	19,2051±0,9981	P<0,01	19,5446±1,4591	P<0,05
	20,2420±1,2058		19,6352±1,1520		19,8588±1,1411		19,8429±1,1818	
L. VITREA	15,6760±0,5672	P<0,01	16,0272±0,6964	P<0,001	15,9208±0,6093	N.S.	15,9052±0,6536	P<0,001
	15,3162±0,5126		15,6619±0,5383		15,6810±0,5874		15,5809±0,5628	
L. AXIAL	22,9417±0,6062	P<0,01	23,2638±0,6768	P<0,01	23,1857±0,5470	P<0,05	23,1576±0,6348	P<0,001
	22,6322±0,5838		22,9623±0,5515		22,9098±0,6765		22,8669±0,6053	
E.R.	0,0000±0,0000	N.S.	0,0000±0,0000	N.S.	0,0185±0,0953	N.S.	0,0051±0,0003	N.S.
	-0,0106±0,0510		0,0000±0,0000		-0,0058±0,0381		0,0062±0,0004	
F.D.C.	0,0208±0,5921	N.S.	0,0000±0,5467	N.S.	0,0185±0,4000	N.S.	0,0105±0,5194	N.S.
	0,0444±0,5622		-0,0187±0,6337		-0,0465±0,5096		-0,0089±0,5829	

**Tabla XXVI:** Comparación de medias de ambos sexos mediante la prueba de la t de Student en el grupo emélope (en primer lugar aparece el valor medio de la variable analizada para el sexo masculino y en segundo término para el sexo femenino, indicando a su derecha el nivel de significación para el test de contraste entre ambos valores)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	EDAD 6-10 AÑOS		EDAD 11-14 AÑOS		EDAD 15-18 AÑOS		TOTAL	
<b>EDAD</b>	7,9608±1,4650	N.S.	12,1941±1,1268	N.S.	16,3269±1,1500	N.S.	10,6714±3,1712	N.S.
	7,8177±1,2758		12,0538±0,9907		16,2679±1,2283		10,6076±3,2966	
<b>TALLA</b>	1,3169±0,0877	P<0,01	1,5388±0,1017	N.S.	1,7129±0,0784	P<0,001	1,4538±0,1692	P<0,01
	1,2882±0,0977		1,5264±0,0760		1,6164±0,0547		1,4226±0,1603	
<b>PESO</b>	30,8284±8,2146	N.S.	48,0676±14,045	N.S.	70,6635±12,872	P<0,001	42,5704±17,475	P<0,01
	29,1215±8,9095		45,8500±11,745		58,3125±10,316		39,5014±15,013	
<b>PER.CRAN.</b>	53,2059±1,4407	P<0,001	54,0882±1,6166	P<0,001	56,1923±1,6454	P<0,001	53,9225±1,8009	P<0,001
	52,0055±1,7685		53,3615±1,5237		54,5714±1,3329		52,8774±1,8766	
<b>R.C.</b>	7,8718±0,2411	P<0,001	7,9502±0,2659	P<0,05	8,0331±0,2275	P<0,001	7,9227±0,2552	P<0,001
	7,7223±0,2517		7,8669±0,2935		7,8639±0,2466		7,7951±0,2754	
<b>P.C</b>	31,4173±0,9523	P<0,001	31,1122±1,0353	P<0,01	30,7804±0,8789	P<0,001	31,2180±0,9995	P<0,001
	32,0329±1,0563		31,4511±1,1386		31,4523±1,0125		31,7382±1,1155	
<b>P.C.A.</b>	3,7452±0,1981	P<0,01	3,7779±0,2678	P<0,05	3,6613±0,3066	P<0,05	3,7486±0,2459	P<0,001
	3,6855±0,2169		3,7136±0,2364		3,5254±0,2745		3,6689±0,2419	
<b>E.C.</b>	3,4924±0,1370	N.S.	3,4070±0,2299	P<0,05	3,5315±0,2694	N.S.	3,4615±0,2041	P<0,01
	3,5129±0,1746		3,4575±0,1572		3,5786±0,2697		3,5028±0,1924	
<b>P.L.C.</b>	19,7609±1,2429	P<0,001	19,0607±2,0394	P<0,01	19,2073±1,6785	N.S.	19,4002±1,7007	P<0,001
	20,4260±1,5620		19,9281±1,4618		19,6557±1,4472		20,1032±1,5309	
<b>L. VITREA</b>	15,5596±0,6530	P<0,001	15,8749±0,7879	P<0,001	15,9487±0,7595	P<0,05	15,7392±0,7425	P<0,001
	15,0738±0,7109		15,5579±0,6985		15,6277±0,8363		15,3543±0,7695	
<b>L. AXIAL</b>	22,7984±0,6547	P<0,001	23,0625±0,8387	P<0,001	23,1415±0,7343	P<0,05	22,9509±0,7580	P<0,001
	22,2780±0,7249		22,7316±0,7832		22,7329±0,8969		22,5291±0,8085	
<b>E.R.</b>	1,0453±0,8445	P<0,05	1,1765±1,6696	N.S.	1,2644±1,4987	N.S.	1,1244±1,3134	N.S.
	1,2680±1,1329		1,0462±0,8164		1,1071±1,0089		1,1649±1,0148	
<b>F.D.C.</b>	-0,0900±0,7647	P<0,05	0,1098±1,3177	N.S.	-0,3400±0,8538	P<0,05	-0,0411±1,0366	N.S.
	0,0473±0,5597		-0,1417±1,1232		-0,0566±0,2886		-0,0372±0,7924	

**Tabla XXVII:** Comparación de medias entre sexos mediante la prueba de la t de Student en el grupo hipermetrópe (en primer lugar aparece el valor medio de la variable analizada para el sexo masculino y en segundo término para el sexo femenino, indicando a su derecha el nivel de significación para el test de contraste entre ambos valores)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

	EDAD 6-10 AÑOS		EDAD 11-14 AÑOS		EDAD 15-18 AÑOS		TOTAL	
EDAD	8,6364±0,9021	N.S.	12,2917±0,9884	N.S.	15,6667±1,0613	P<0,001	12,5000±2,7099	P<0,05
	8,2500±1,2032		12,1250±1,1137		17,4783±0,7902		11,6822±3,6642	
TALLA	1,3645±0,0648	N.S.	1,5825±0,0956	P<0,05	1,7287±0,0807	P<0,001	1,5784±0,1551	P<0,001
	1,3261±0,0787		1,5375±0,0837		1,6348±0,0612		1,4715±0,1485	
PESO	33,3636±8,4827	N.S.	50,0417±12,815	P<0,05	70,3667±18,152	N.S.	52,4700±19,256	P<0,001
	29,6591±7,8753		44,2000±8,8265		67,5435±10,107		43,2383±16,736	
PER.CRAN.	53,3636±1,2553	P<0,01	54,7917±1,7254	P<0,001	56,3000±1,5570	N.S.	54,9300±1,8923	P<0,001
	52,2045±1,3696		53,5250±1,1980		55,4348±1,7536		53,3925±1,8506	
R.C.	7,7459±0,1730	N.S.	7,7908±0,1972	N.S.	7,9463±0,2953	P<0,05	7,8276±0,2383	P<0,05
	7,7193±0,2262		7,7805±0,2132		7,7991±0,1917		7,7593±0,2151	
P.C	31,9136±0,7137	N.S.	31,7354±0,8032	P<0,01	31,1333±1,1306	P<0,05	31,5940±0,9410	N.S.
	32,0368±0,9175		30,9810±0,7692		31,7013±0,7735		31,5700±3,1852	
P.C.A.	3,8859±0,1766	N.S.	3,9754±0,2331	N.S.	3,8633±0,2242	P<0,05	3,9221±0,2232	N.S.
	3,8529±0,2343		3,9578±0,2805		3,7019±0,3054		3,8637±0,2854	
E.C.	3,4791±0,1348	N.S.	3,4360±0,1705	N.S.	3,4600±0,2407	P<0,05	3,4527±0,1869	N.S.
	3,4079±0,1296		3,4580±0,2041		3,6486±0,2802		3,4822±0,2198	
P.L.C.	19,8259±1,0316	N.S.	19,0019±1,2272	P<0,05	19,2187±1,3445	N.S.	19,2482±1,2546	P<0,05
	19,8685±0,9461		19,7372±1,8368		19,5152±1,5374		19,7352±1,4947	
L. VITREA	16,1459±0,6699	N.S.	16,5571±0,8122	N.S.	16,7487±0,8563	P<0,05	16,5241±0,8190	P<0,05
	16,1503±0,9231		16,2360±1,1465		16,2943±0,6572		16,2182±0,9693	
L. AXIAL	23,5168±0,6219	N.S.	23,9683±0,7516	N.S.	24,0720±0,8410	N.S.	23,9001±0,7754	P<0,01
	23,4671±0,9389		23,6342±1,0599		23,6448±0,7247		23,5767±0,9453	
E.R.	-1,3977±1,0929	N.S.	-1,6563±1,4073	N.S.	-1,2333±0,9353	N.S.	-1,4725±1,2185	N.S.
	-1,5852±1,8394		-1,3687±1,2169		-1,2283±0,7068		-1,4276±1,4287	
F.D.C.	0,9091±2,9424	N.S.	0,3696±0,8971	N.S.	0,0000±0,5872	N.S.	0,3775±1,5681	P<0,05
	-0,1429±1,2605		0,0921±1,2458		0,0000±0,3779		-0,0245±1,1200	

**Tabla XXVIII:** Comparación de medias entre sexos mediante la prueba de la t de Student en el grupo miope (en primer lugar aparece el valor medio de la variable analizada para el sexo masculino y en segundo término para el sexo femenino, indicando a su derecha el nivel de significación para el test de contraste entre ambos valores)

Según hemos establecido en el capítulo de Planteamiento del Problema, nuestro propósito final es encontrar un modelo matemático que explique el mecanismo de emetropización que actúa sobre el estado refractivo, a partir de las medidas biométricas objetivas de los componentes del sistema óptico ocular humano en el periodo de crecimiento. Para ello, analizaremos en términos de estadística descriptiva cada uno de los grupos que se han configurado según estado refractivo, a saber:

A.- EMETROPE

B.- HIPERMETROPE

C.- MIOPE

Resulta así, que los 1362 ojos muestreados en nuestro estudio se encuadran del siguiente modo: emétopes 362, hipermétropes 793 y miopes 207. En las *tablas II, III, IV y V* se muestran la estadística descriptiva de dichos grupos. De la misma merecen ser destacados los siguientes hechos:

- 1.- El número de casos del grupo hipermetrope es notablemente superior al de los otros dos grupos (*tabla XXIII*).
- 2.- Los individuos hipermétropes presentan una edad media inferior a los restantes grupos, lo que nos indica que la hipermetropía actúa como reserva fisiológica en el proceso de emetropización.
- 3.- El error refractivo, como era de esperar presenta diferencias significativas (*tabla VI y XX*; ANOVA  $p < 0.001$ ) entre los tres grupos refractivos, siendo los valores correspondientes para emétopes de  $0.00 \pm 0.041$ , para hipermétropes de  $+1.14 \pm 1.18$  y para miopes de  $-1.30 \pm 0,88$ .
- 4.- Todas las variables biométricas presentan diferencias significativas en los tres grupos refractivos considerados (*tabla VI*). Al realizar la prueba de NEWMAN-KEULS entre tales grupos se obtienen los siguientes resultados (*tablas VIII a XXII*):

- El mayor valor medio del radio corneal corresponde al grupo hipermetrope ( $7.86 \pm 0.27$ ). No existen diferencias significativas entre los grupos emетроpe y miope ( $7.78 \pm 0.23$  y  $7.79 \pm 0.23$  respectivamente) (*tabla XIII*).

Como era de suponer, la potencia corneal menor corresponde a hipermetros ( $31,46 \pm 1,09$ ), seguido de miopes ( $31,58 \pm 2,37$ ), y por último de emetros ( $31,79 \pm 0,95$ ) (*tabla II-4*), aunque no existen diferencias significativas entre emetros e hipermetros (*tabla XIV*)

- La profundidad de la cámara anterior no es significativamente diferente entre el grupo emетроpe e hipermetrope, siendo este último grupo el que presenta menor valor ( $3.71 \pm 0.25$ ). El mayor valor se da en miopes ( $3.89 \pm 0.26$ ) (*tabla XV*)
- El espesor del cristalino se comporta de modo contrario a la cámara anterior respecto a su valor, aunque en este caso no se observan diferencias significativas entre miopes e hipermetros (*tabla XVI*). Los valores son  $3.51 \pm 0.18$  en emetros,  $3.48 \pm 0.20$  en hipermetros y  $3.47 \pm 0.20$  en miopes.

La potencia del cristalino, como medida indirecta, es sin embargo mayor en hipermetros y emetros que en miopes (*tabla II-4*), aunque no se observan diferencias significativas entre grupos (*tabla XVII*).

- La profundidad de la cámara vítrea y la longitud axial son los componentes que presentan las mayores diferencias significativas en los tres grupos refractivos (*tablas XVIII y XIX*). Así para el eje anteroposterior se corresponden valores de  $23.02 \pm 0.64$  en emetros,  $22.76 \pm 0.81$  en hipermetros y  $23.74 \pm 0.88$  en miopes.

En resumen, los ojos hipermetros son axialmente más cortos, con el radio corneal menos curvo y cámaras anteriores menos profundas. Por el contrario, los ojos miopes presentan longitudes axiales y cámaras anteriores mayores.



Si analizamos cada grupo refractivo por sexos (*tablas XXVI, XXVII y XXVIII*), se observa un comportamiento casi similar al del grupo general:

- En el grupo emétrope el sexo femenino presenta valores superiores de la potencia corneal, profundidad de cámara anterior, espesor del cristalino y potencia del mismo que el sexo masculino (*tabla XXVI*), aunque para estas cuatro variables sólo existen diferencias significativas en sus valores medios en las medidas biométricas calculadas indirectamente.
- En el grupo hipermetrope todas las variables oculares presentan diferencias significativas entre sexos. La potencia corneal y potencia del cristalino son aproximadamente 0,60 D. y 0,50 D. más potentes en el sexo femenino. En las demás variables (a excepción claro está del espesor del cristalino), el sexo masculino presenta valores superiores (*tabla XXVII*)
- En el grupo miope, las únicas variables que presentan valores medios superiores en el sexo femenino son espesor y potencia del cristalino, correspondiendo una diferencia de 0,50 D. entre sexos para la última variable (*tabla XXVIII*). También cabe destacar que la edad de prevalencia de la miopía fue significativamente menor en un año en el sexo femenino.

Si bien hemos relacionado cada uno de los parámetros determinados con el estado refractivo, ello no nos informa nada más que de la posibilidad de cierta influencia de dependencia entre los distintos parámetros optométricos que configuran dicho estado refractivo ocular. El estudio de estos parámetros no nos permite establecer conclusiones sobre el estado refractivo del ojo en relación con el estado evolutivo del sujeto (edad) en ninguno de los grupos considerados, y es por lo que ahora nos planteamos predeterminar el estado refractivo del ojo a partir de parámetros objetivables mediante procedimientos físico-biométricos y así poder conocer cual de ellos evoluciona desfavorablemente durante el proceso de emetropización o cuando la emetropía se ha alcanzado, en un momento determinado de la evolución del sujeto. Para ello nos cuestionamos si el ojo en su crecimiento sigue un patrón de crecimiento coordinado para alcanzar la citada emetropía, en el que un ajuste en un parámetro es compensado por el ajuste de otro, o cual de estos

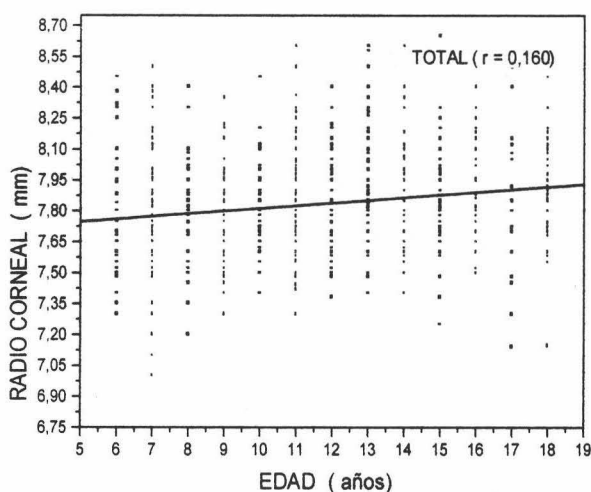


parámetros es el que causa la ruptura en el proceso de emetropización y hace que aparezca la miopía.

Como se describió en el capítulo de material y métodos, tanto el grupo general como cada grupo refractivo se han segregado en tres categorías delimitadas por la edad. En cada uno de ellos, intentaremos establecer de modo calculado la aportación de cada uno de los elementos ópticos al sistema a partir de las medidas biométricas realizadas, y poder así imputar la contribución que cada uno de ellos hace al mismo durante el proceso de emetropización, a saber:

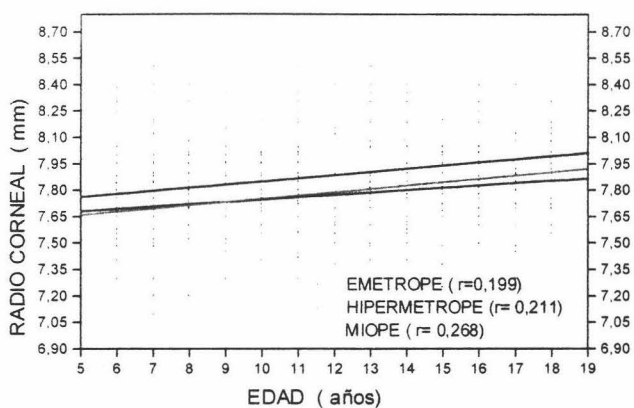
1. Radio corneal; potencia corneal.
2. Profundidad de cámara anterior.
3. Espesor del cristalino; potencia del cristalino.
4. Longitud vítrea.
5. Longitud axial.
6. Error refractivo.

### 1.- Radio corneal; potencia corneal.

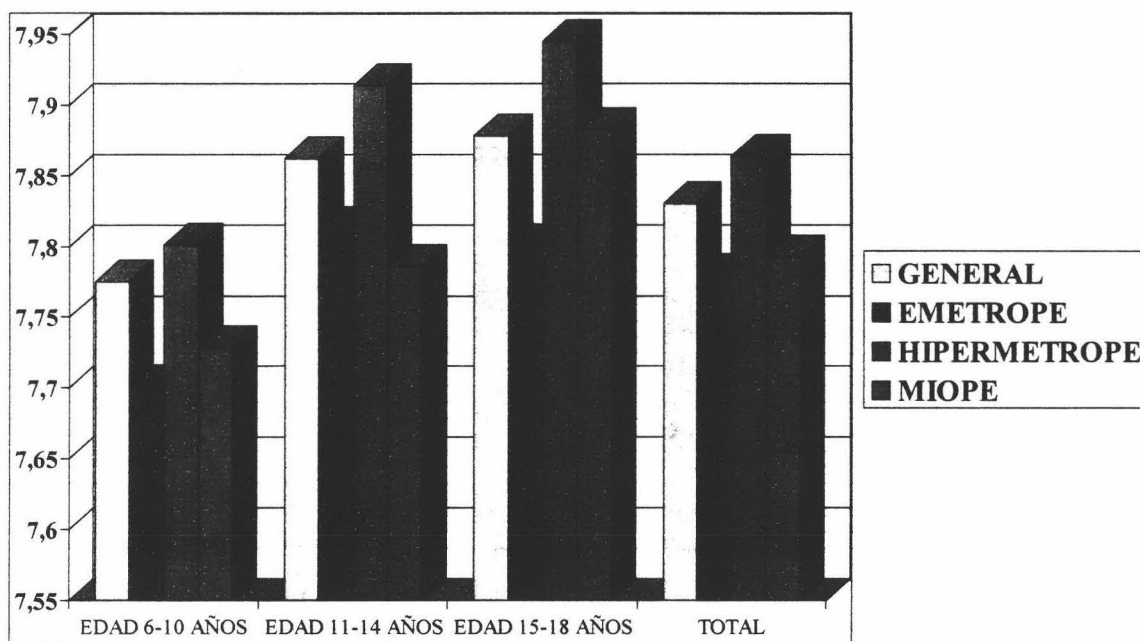


Tanto en el grupo general como en los diferentes grupos refractivos el radio corneal aumenta de manera leve respecto a la edad (*gráficas 3 y 4*).

**Gráfica 3: Regresión lineal:**  
radio corneal versus edad en la muestra general (coeficiente de correlación lineal =  $r$ )



**Gráfica 4:** Regresión lineal: radio corneal versus edad en los diferentes grupos refractivos (coeficiente de correlación lineal =  $r$ )

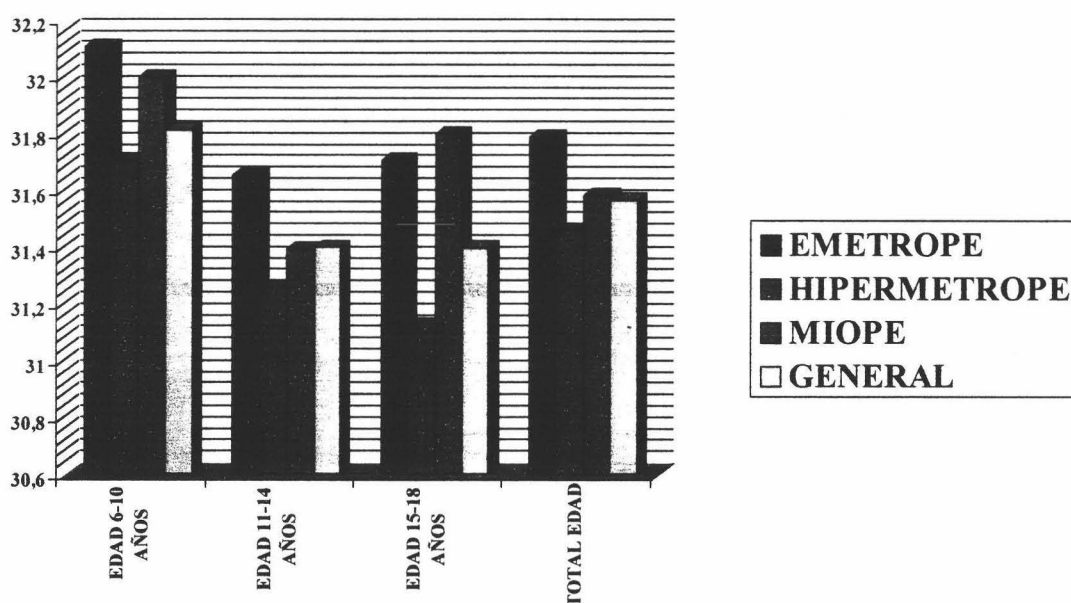


**Gráfica 5:** Evolución del radio corneal según estado refractivo y categoría de edad.

Analizando los resultados por categorías de edad, el grupo emétrope muestra este incremento del radio corneal desde el grupo de edad de 6-10 años ( $7,70 \pm 0,19$  mm) al grupo de edad intermedio ( $7,81 \pm 0,24$  mm), sin embargo este incremento no es significativamente diferente entre los dos últimos grupos de edad (*gráfica 5*) (*tablas VII-1 y XIII*).

El grupo hipermetrope presenta un comportamiento similar al grupo emétrope, incrementando significativamente su valor desde el primer grupo de edad ( $7,80\pm 0,26$  mm) al segundo grupo de edad ( $7,91\pm 0,28$  mm) (*gráfica 5; tablas VII-1 y XIII*). Por el contrario, el grupo miope muestra únicamente diferencias significativas de esta variable entre el grupo de edad intermedio ( $7,79\pm 0,20$  mm) y el grupo de edad de 15-18 años ( $7,88\pm 0,26$  mm) (*gráfica 5*).

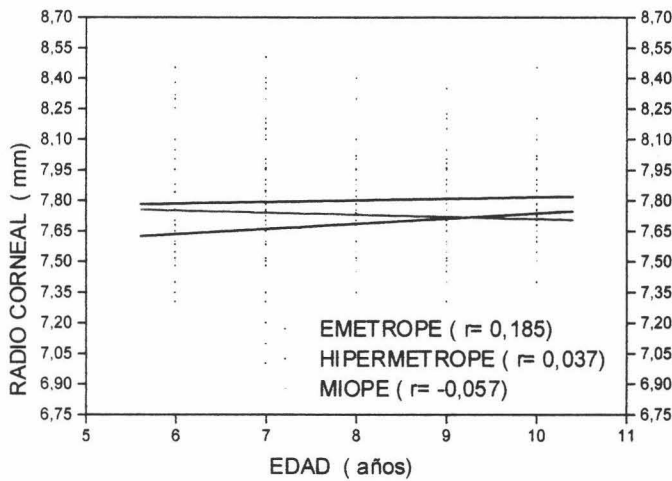
La potencia corneal se comporta de manera idéntica al radio corneal (tengamos en cuenta que la primera es una medida indirecta obtenida a partir de la segunda) (*gráfica 6*), aunque al realizar un análisis de comparación múltiple por edades en el grupo miope no se encuentran diferencias significativas entre las tres categorías de edad (*tabla VII-1 y XIV*).



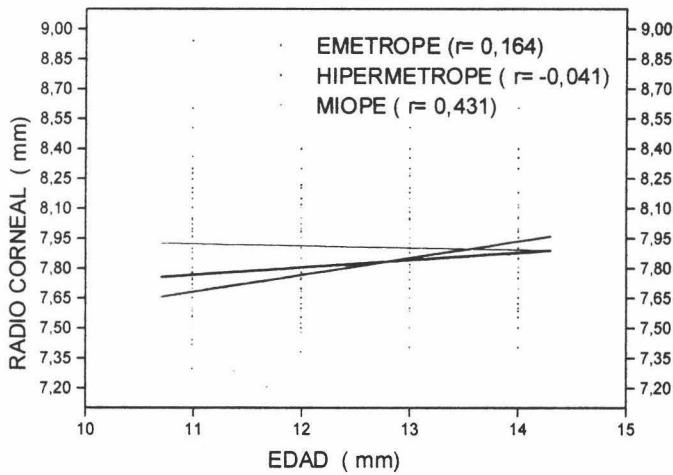
**Gráfica 6:** Evolución de la potencia corneal según estado refractivo y categorías de edad

Si comparamos ahora el comportamiento del radio corneal anterior entre grupos refractivos en las categorías de edad establecidas (*tablas VI-1, VI-2, VI-3 y XXIII*) observamos que no existen diferencias significativas entre el grupo emétrope y miope a cualquier edad. El radio corneal si difiere significativamente sin embargo, entre el grupo emétrope e hipermétrope a todas las edades. Miopes e hipermétropes presentan diferencias significativas en dicha variable, excepto para la edad comprendida entre 15-18 años (*gráfica 5*). Idéntico comportamiento tiene la potencia corneal en las diferentes categorías de edad, excepción hecha en la edad de 11-14 años donde el grupo miope e hipermétrope

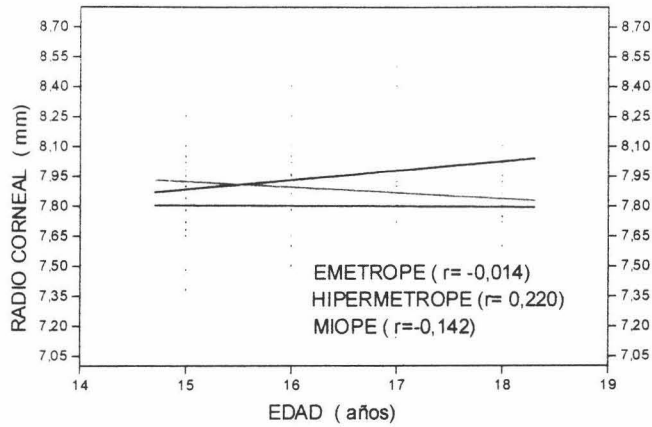
no presentan tales diferencias (*tabla XIV, gráfica 6*). Todo ello se ve apoyado por las rectas de mínimos cuadrados que se muestran en las *gráficas 7, 8 y 9*.



**Gráfica 7:** Evolución del radio corneal en la categoría de edad de 6-10 años



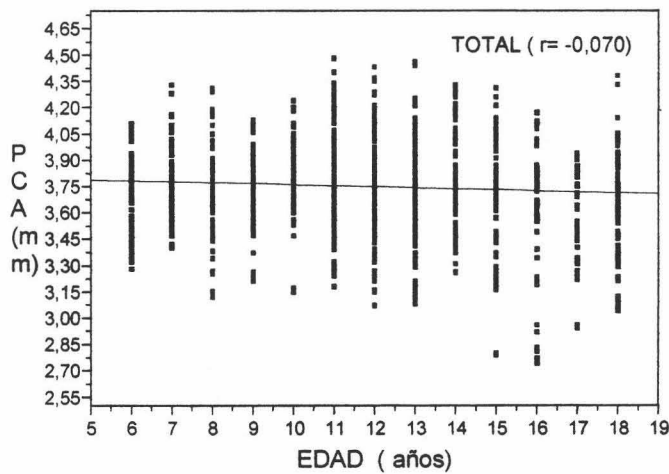
**Gráfica 8:** Evolución del radio corneal en la categoría de edad de 11-14 años.



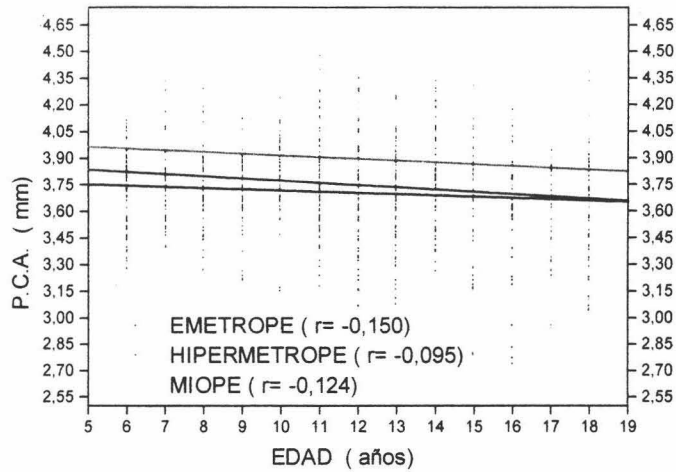
**Gráfica 9 : Evolución del radio corneal en la categoría de edad de 15-18 años**

**2.- Profundidad de cámara anterior.**

La profundidad de la cámara anterior disminuye conforme aumenta la edad en todos los grupos refractivos considerados (gráficas 10 y 11).

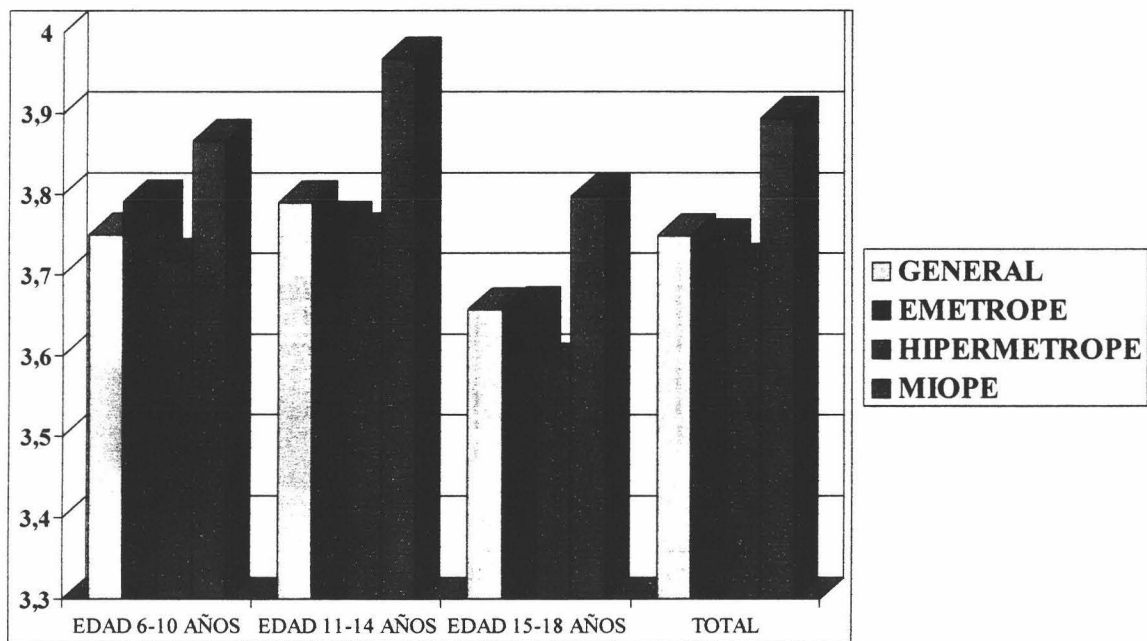


**Gráfica10 :Recta de regresión: PCA versus edad en la muestra general**



**Gráfica 11:** Rectas de regresión lineal: PCA versus edad en los diferentes grupos refractivos.

Por categorías de edad encontramos que el grupo emétrope presenta una disminución significativa de la presente variable desde el grupo de edad intermedio ( $3,76\pm 0,25$  mm) al último grupo de edad ( $3,66\pm 0,33$  mm) (gráfica 12; tablas VII-1 y XV).

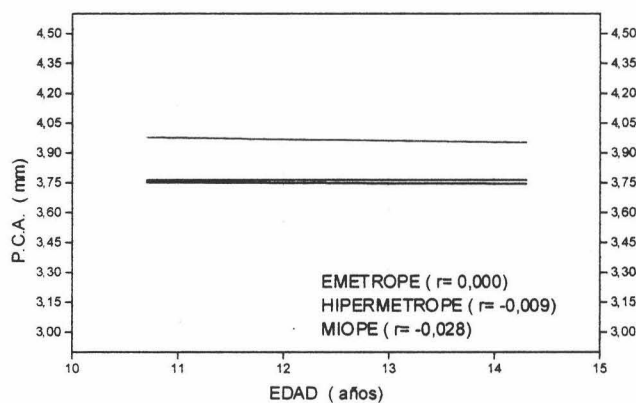
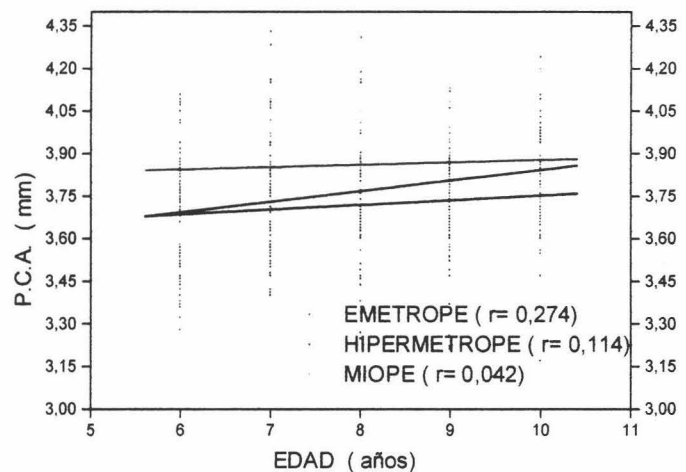


**Gráfica 12:** Evolución de la profundidad de la cámara anterior según estado refractivo y categorías de edad

El grupo hipermetrope tiene idéntico comportamiento, desde  $3,75\pm 0,26$  mm en el grupo de edad intermedio a  $3,59\pm 0,30$  mm en el grupo de edad posterior (*gráfica 12; tablas VII-1 y XV*). Por el contrario, en el grupo miope se observa un incremento significativo desde el grupo de edad de 6-10 años ( $3,87\pm 0,21$  mm) al grupo de edad intermedio ( $3,97\pm 0,25$  mm) y un descenso a partir de esta edad ( $3,80\pm 0,27$  mm).

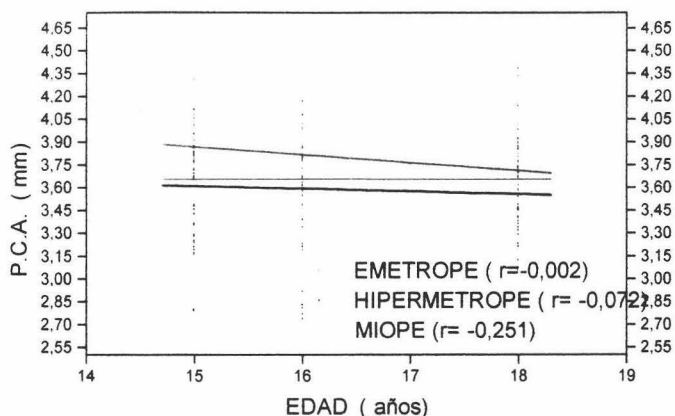
Aunque vemos en las *gráficas 10 y 11* como la profundidad de la cámara anterior disminuye levemente respecto a la edad, si realizamos un análisis más detallado del comportamiento de dicha variable en las diferentes categorías de edad, nos sorprende que existe un aumento en todos los grupos refractivos desde los 6 a los 14 años de edad, y que la disminución de su valor ocurre en el intervalo de edad comprendido entre los 15 y los 18 años (*gráficas 13, 14 y 15*).

**Gráfica 13:** Evolución de la PCA en la categoría de edad de 6-10 años



**Gráfica 14:** Evolución de la PCA en la categoría de edad de 11-14 años



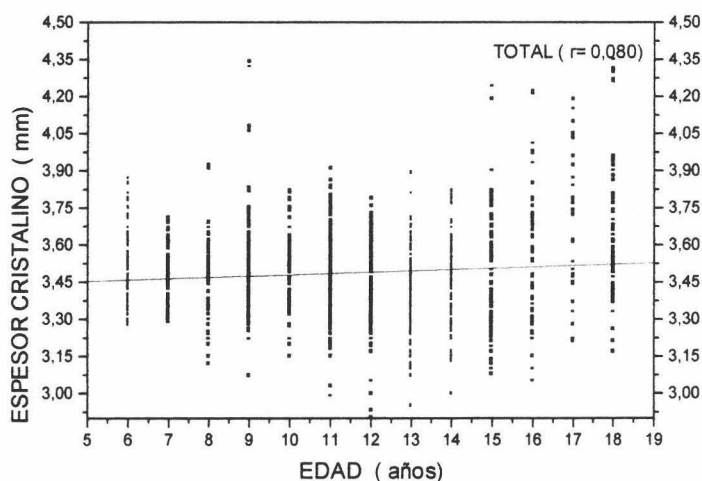


**Gráfica 15:** Evolución de la PCA en la categoría de edad de 15-18 años

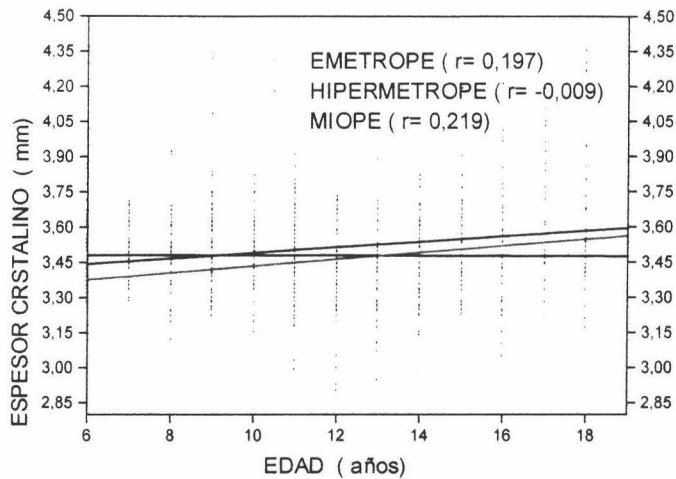
Comparando los valores medios de la profundidad de la cámara anterior entre los grupos refractivos considerados en las distintas categorías de edad (tablas VI-1, VI-2, VI-3 y XV), observamos que existen diferencias significativas entre todos los grupos refractivos, excepto en la edad de 11-14 años y edad de 15-18 años donde el grupo emétrope e hipermetrópe no presentan tales diferencias.

**3.- Espesor del cristalino; potencia del cristalino**

De manera simultánea a la disminución de la profundidad de la cámara anterior respecto a la edad, encontramos un aumento del espesor del cristalino en todos los grupos refractivos considerados, aunque en el grupo hipermetrópe es casi nulo (gráficas 16 y 17).

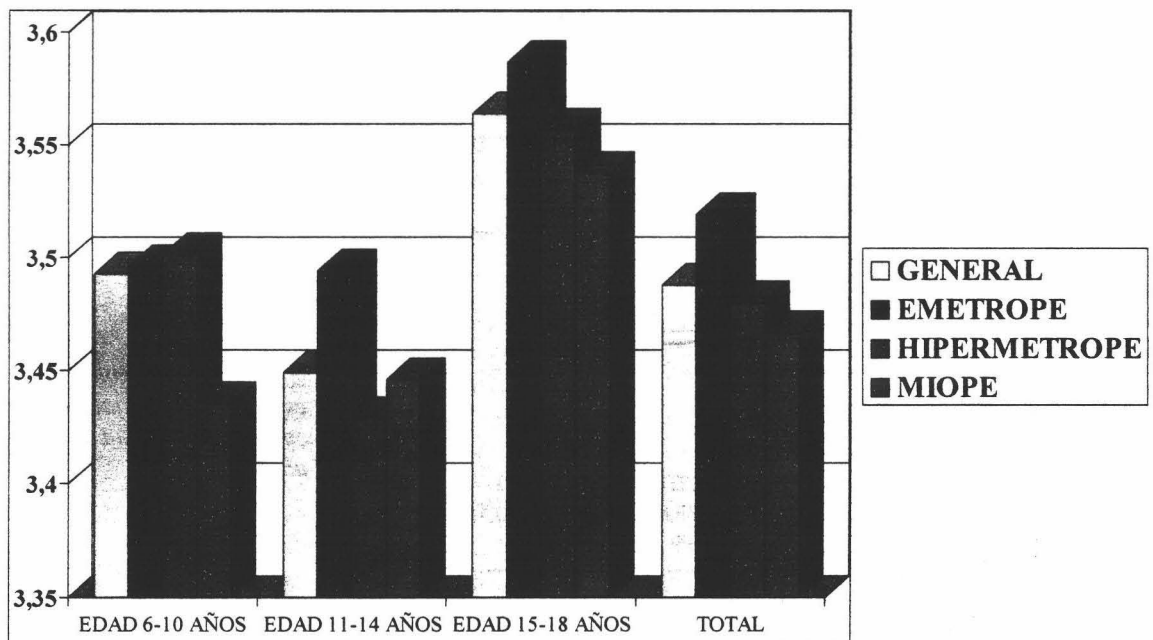


**Gráfica 16:** Recta de regresión lineal : espesor del cristalino versus edad en la muestra general.



**Gráfica 17:** Rectas de regresión lineal: espesor de cristalino versus edad en los diferentes grupos refractivos

Para el grupo emétrope el aumento del espesor del cristalino es únicamente significativo entre la categoría de edad intermedia (11-14 años)(3,49±0,14 mm) y la categoría de edad posterior (15-18 años)(3,59±0,25 mm) (gráfica 18; tablas VII-1, XVI). Similar comportamiento presenta el grupo miope en la misma gráfica (de 3,45±0,19 mm a 3,54±0,27 mm).

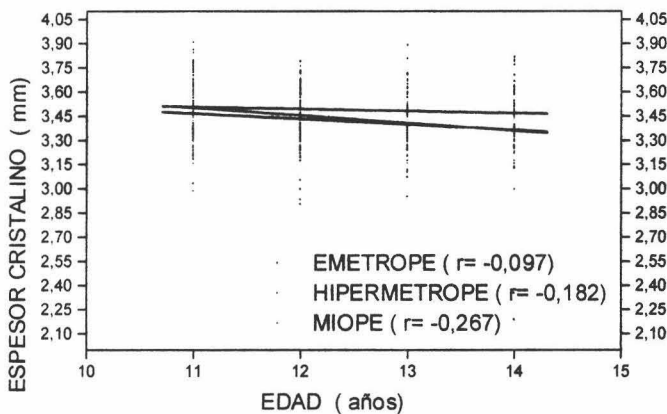
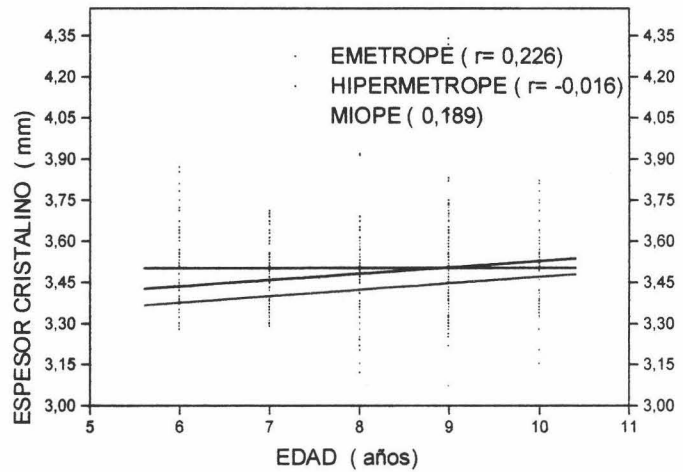


**Gráfica 18:** Evolución del espesor del cristalino según estado refractivo y categorías de edad.

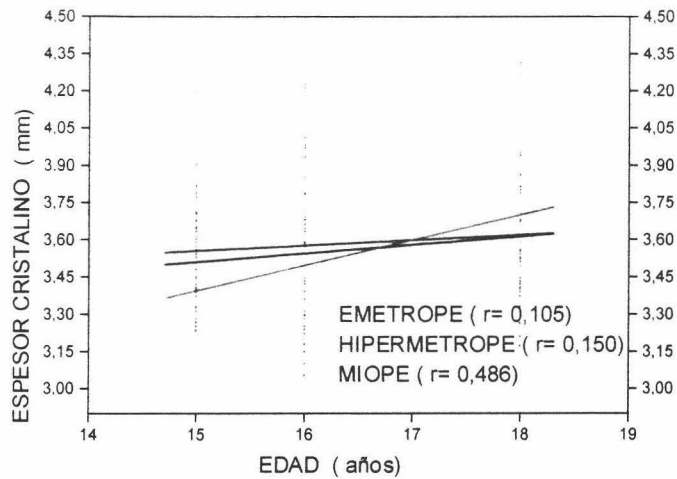
El grupo hipermetrope sin embargo, sí presenta diferencias significativas entre las tres categorías de edad (*tablas VII-1 y XVI*). Los valores medios encontrados son:  $3,50 \pm 0,15$  mm,  $3,43 \pm 0,20$  mm y  $3,56 \pm 0,27$  mm respectivamente (*gráfica 18*). Como podemos observar existe una leve disminución hacia la edad intermedia y luego un leve aumento hacia la última edad.

De las *gráficas 19, 20 y 21* nos sorprende que el incremento del espesor del cristalino ocurra en la edad de 6-10 años, para luego ralentizarse e incluso anularse a la edad de 11-14 años y posteriormente volver a incrementar a la edad de 15-18 años, por lo que profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino tienden a compensarse mutuamente en el periodo de emetropización.

**Gráfica 19:** Evolución del espesor del cristalino en la categoría de edad de 6-10 años

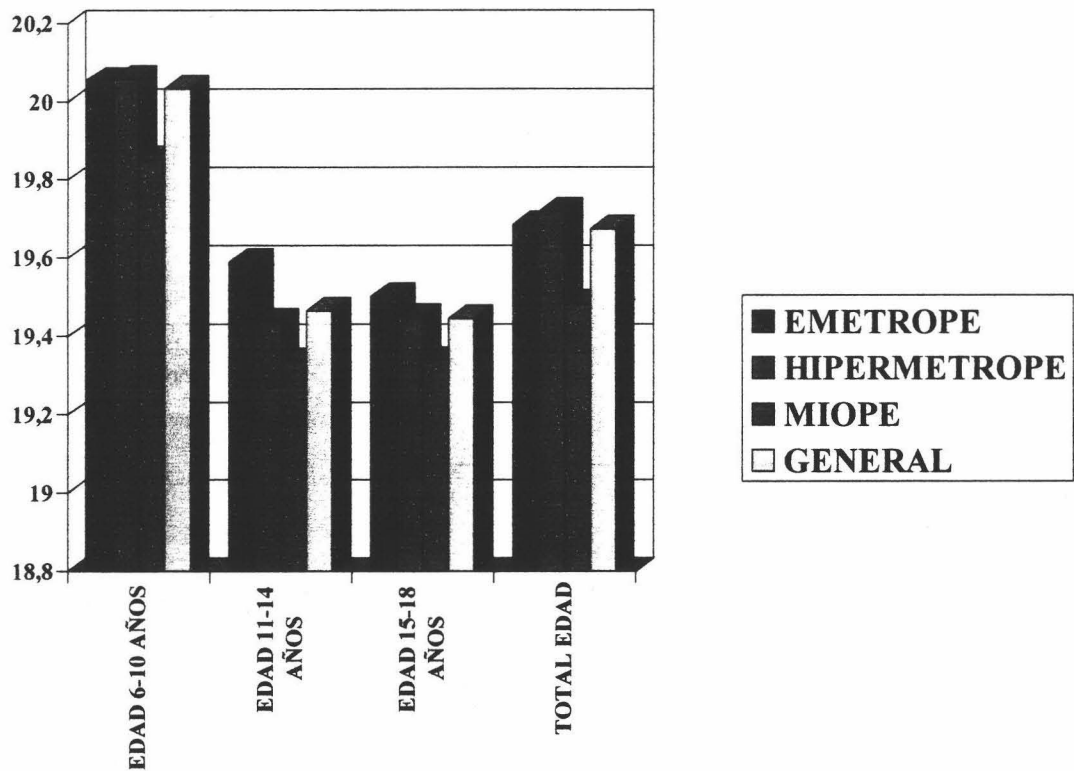


**Gráfica 20:** Evolución del espesor del cristalino en la categoría de edad de 11-14 años



**Gráfica 21:** Evolución del espesor del cristalino en la categoría de edad de 15-18 años

Cuando comparamos valores medios del espesor del cristalino entre grupos refractivos en las categorías de edad establecidas se observa que a edades más tempranas (6-10 años) el grupo emétrope e hipermetrópe no se diferencian significativamente; en la categoría de edad intermedia son el grupo miope e hipermetrópe los que no presentan tales



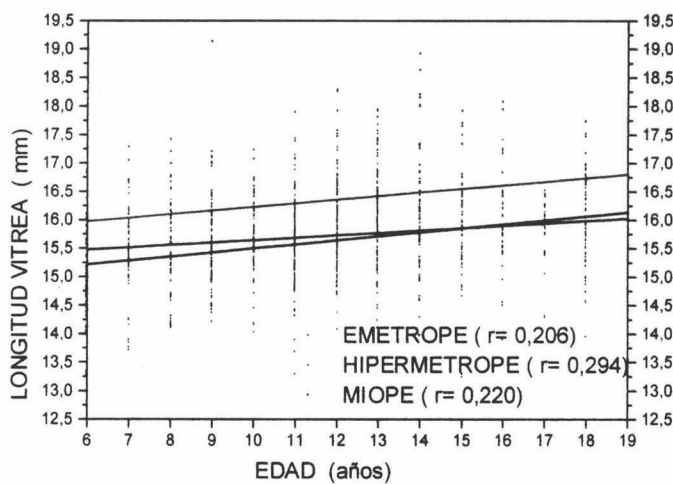
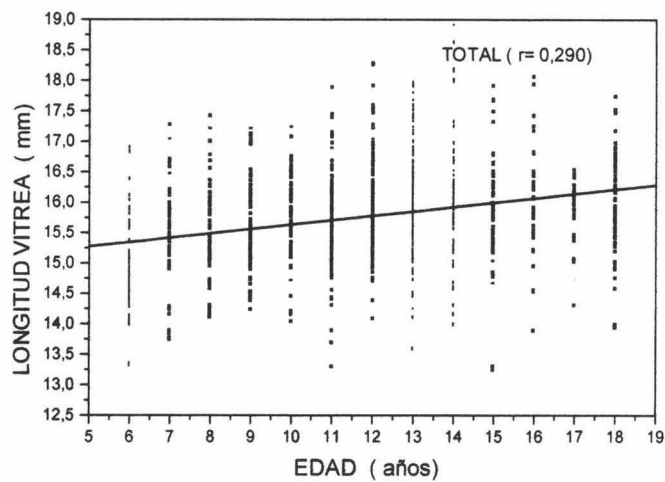
**Gráfica 22:** Evolución de la potencia del cristalino según estado refractivo y edad

diferencias y sin embargo en el último intervalo de edad no existen diferencias significativas entre los tres grupos refractivos estudiados (*tablas VI-1; VI-2, VI-3 y XVI*). Destacamos sin embargo, que la potencia del cristalino no es significativamente diferente entre los tres estados refractivos a cualquier edad, como podemos ver en las *tablas VI-1, VI-2; VI-3 y XVII*. En la gráfica 22 se observa que existe una disminución de la potencia del cristalino a partir del primer grupo de edad del orden de 0,40 a 0,60 dioptrias en todos los grupos refractivos.

#### 4.- Longitud vítrea

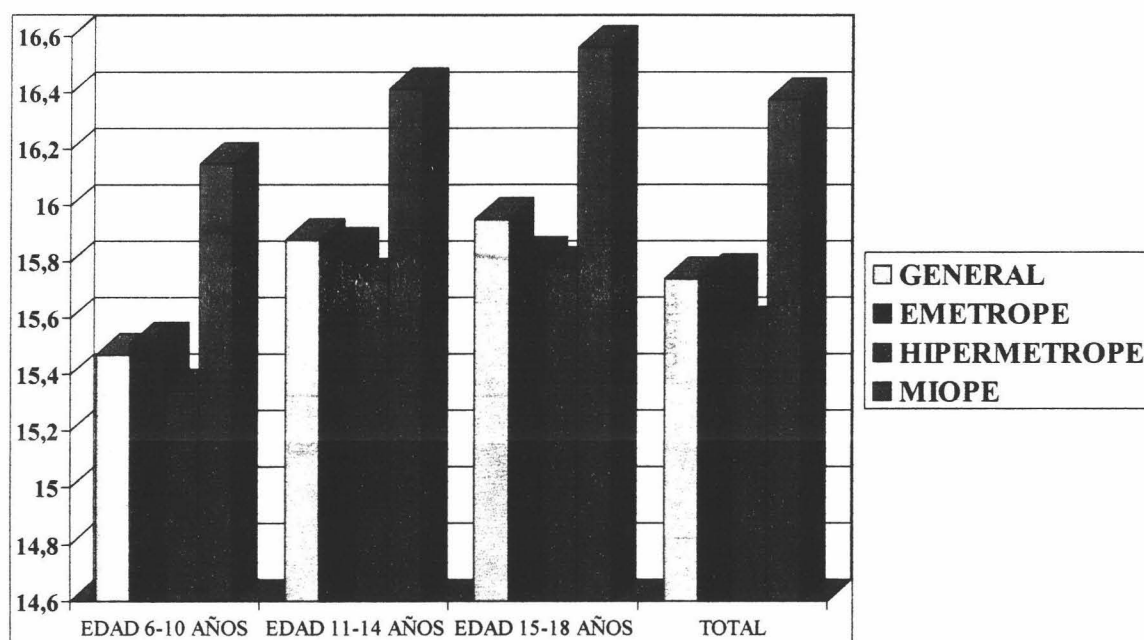
La longitud vítrea, tanto en el grupo general como en los diferentes grupos refractivos aumenta de manera significativa respecto a la edad (*gráfica 23 y 24*), aunque lo hace de forma mayor en el grupo miope.

**Gráfica 23:** Recta de regresión lineal: longitud vítrea versus edad en la muestra general



**Gráfica 24:** Rectas de regresión lineal: longitud vítrea versus edad en los diferentes estados refractivos

Los valores medios de la longitud vítrea (*gráfica 25*) nos indican que en el grupo emétrope e hipermétrope tal incremento no es significativo a partir de la categoría de edad intermedia, correspondiendo valores de  $15,51 \pm 0,57$  mm en la edad de 6-10 años y  $15,84 \pm 0,65$  mm a la edad de 11-14 años en emétropes y  $15,34 \pm 0,72$  mm a la edad de 6-10 años y  $15,74 \pm 0,77$



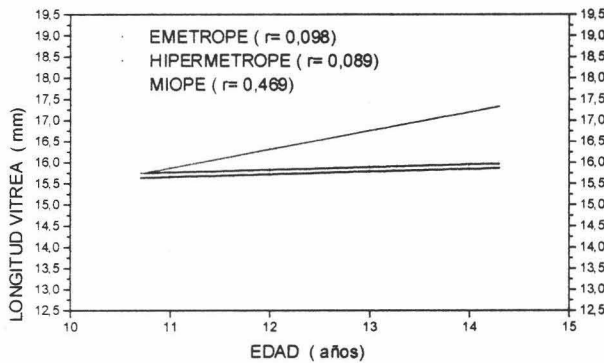
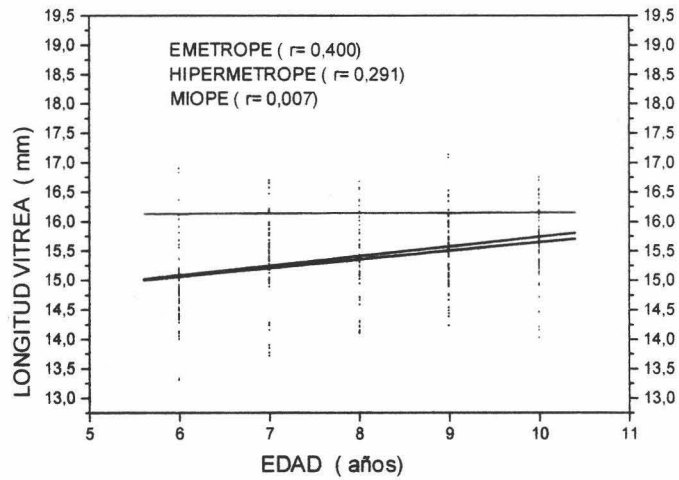
**Gráfica 25:** Evolución de la longitud vítrea según estado refractivo y categorías de edad.

mm a la edad de 11-14 años para hipermétropes respectivamente (*tablas VII-1, VII-2; VII-3 y XVIII*). Por el contrario el grupo miope presenta diferencias significativas únicamente entre la primera categoría de edad y la última ( $16,15 \pm 0,83$  mm y  $16,56 \pm 0,81$  mm respectivamente).

En las diferentes categorías de edad, la comparación del comportamiento de la longitud vítrea entre los grupos refractivos (*gráficas 26, 27 y 28*) nos revela que en la primera categoría de edad el crecimiento de la cámara vítrea es patente en el grupo emétrope y miope. En la edad de 11-14 años, el grupo miope es el que presenta mayor incremento, manteniéndose casi constante el crecimiento de dicha variable en los restantes

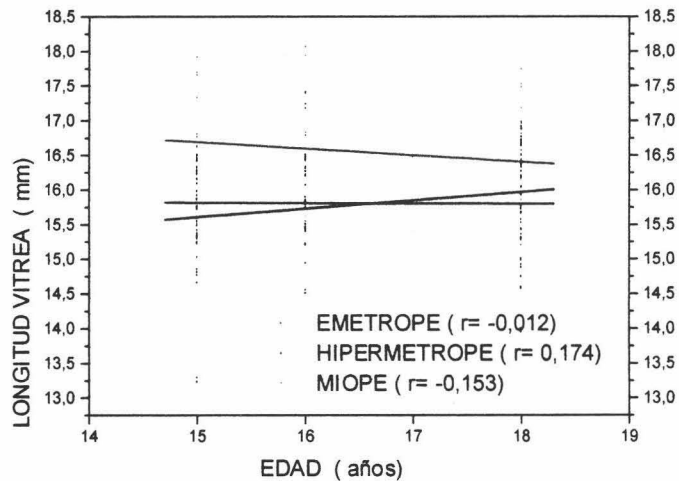
grupos refractivos. A partir de esta edad, el grupo miope es el único que incrementa el valor de la cámara vítrea. De las *tablas VI-1, VI-2, VI-3 y XVIII* determinamos que a la edad de 6-10 años existen diferencias significativas entre todos los grupos refractivos respecto al valor de la presente variable. A partir de la categoría de edad intermedia tales diferencias no existen entre los grupos emétrope e hipermétrope.

**Gráfica 26:** Evolución de la longitud vítrea en la categoría de edad de 6-10 años.



**Gráfica 27:** Evolución de la longitud vítrea en la categoría de edad de 11-14 años.

**Gráfica 28:** Evolución de la longitud vítrea en la categoría de edad de 15-18 años.

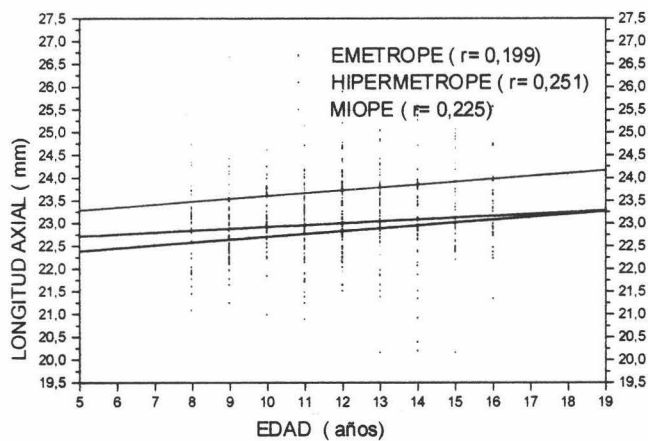
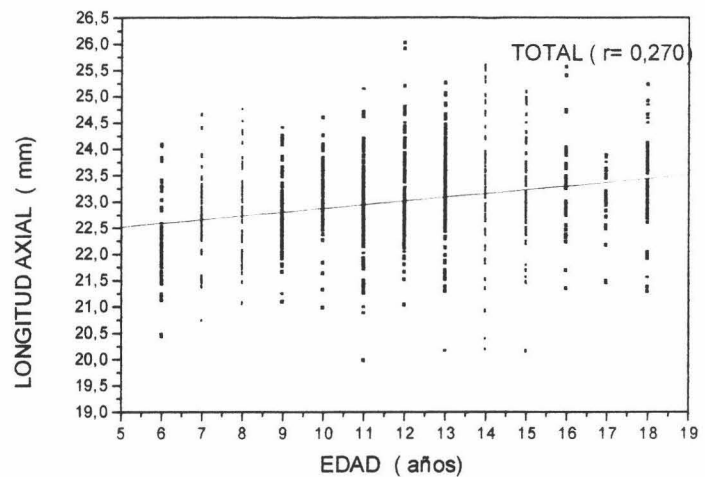




### 5.- Longitud axial.

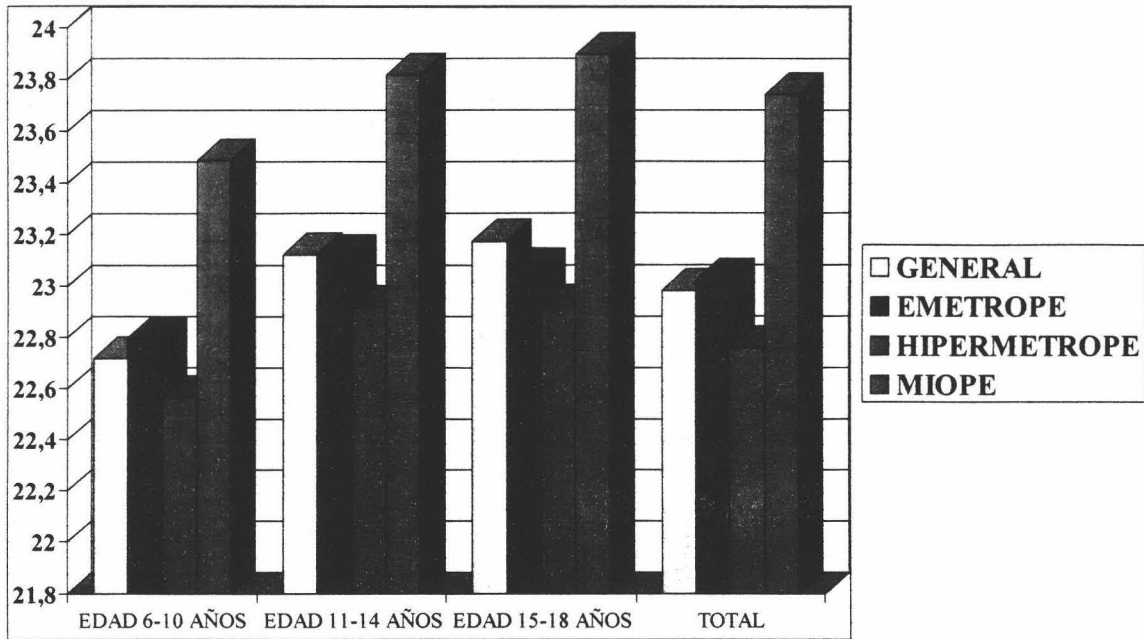
Siendo la longitud vítrea el componente ocular que mayor aportación realiza al valor de la longitud axial, es obvio que el comportamiento de esta última variable sea muy similar a la de la anterior. En la *gráfica 29 y 30* se confirma lo expuesto.

**Gráfica 29:** Recta de regresión lineal: longitud axial versus edad en la muestra general



**Gráfica 30:** Rectas de regresión lineal: longitud axial versus edad en los diferentes grupos refractivos

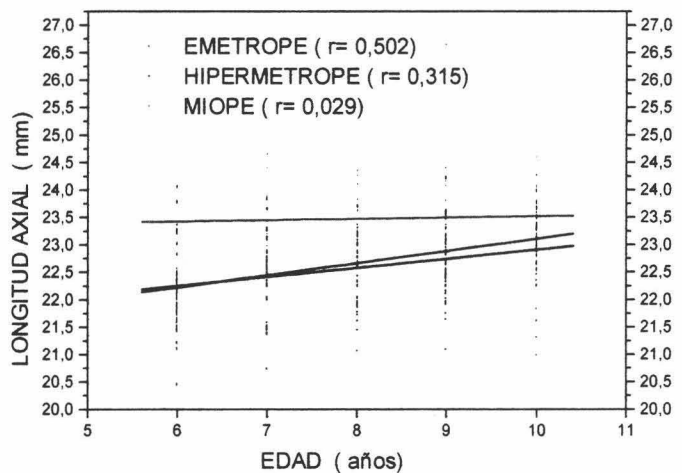
De las *tablas VII-1, VII-2, VII-3 y XIX* se explica que para todos los grupos refractivos no existan diferencias significativas entre las dos últimas categorías de edad establecidas, correspondiendo los mayores valores de longitud axial al grupo miope (*gráfica 31*).

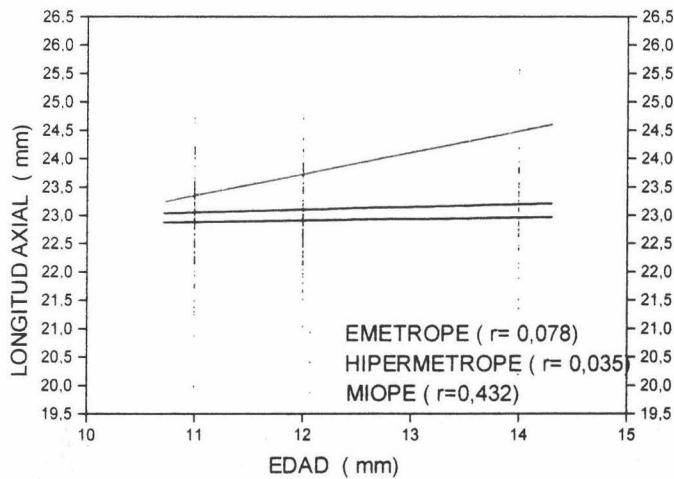


**Gráfica 31:** Evolución de la longitud axial según estado refractivo y categorías de edad.

El incremento de la longitud axial en el grupo emétrope e hipermétrope ocurre a la edad de 6-10 años, mientras que en el grupo miope es casi nulo. A la edad de 11-14 años en el grupo miope la longitud axial crece más que en los restantes grupos refractivos. A partir de los 15 años se ralentiza este crecimiento o casi se anula en el grupo emétrope y miope, mientras que en el hipermétrope aumenta (gráficas 32, 33 y 34).

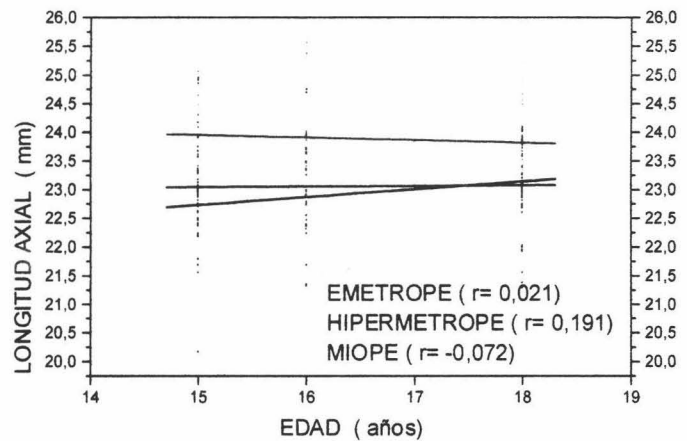
**Gráfica 32:** Evolución de la longitud axial en la categoría de edad de 6-10 años.





**Gráfica 33:** Evolución de la longitud axial en la categoría de edad de 11-14 años.

**Gráfica 34:** Evolución de la longitud axial en la categoría de edad de 15-18 años



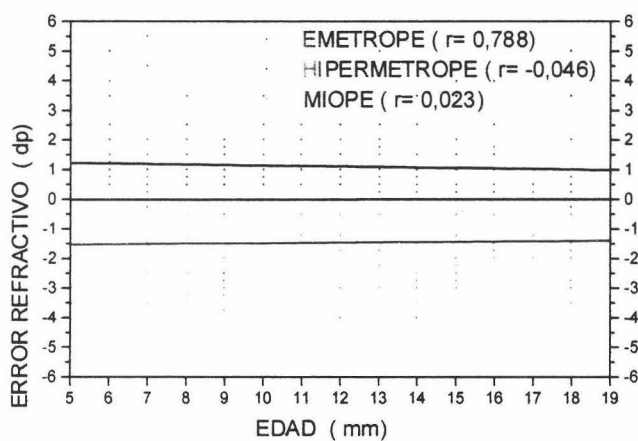
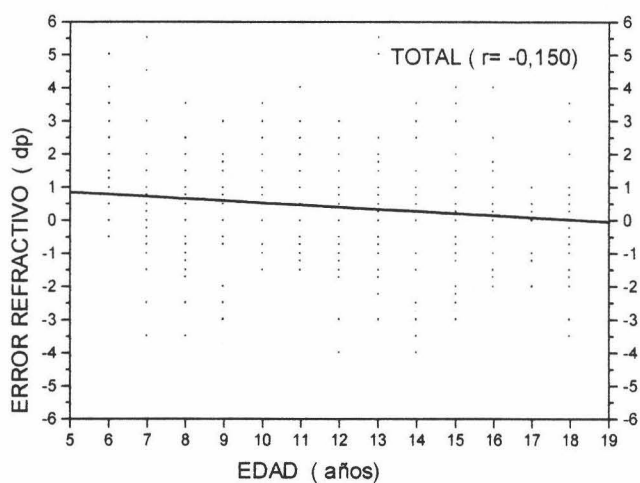
En todas las categorías de edad existen diferencias significativas en los valores medios de la presente variable para los grupos refractivos considerados, excepto a la edad de 15-18 años en que tales diferencias no existen entre el grupo emétrope e hipermetrope (tablas VI-1, VI-2, VI-3 y XIX).

## 6.- Error refractivo

Estudiando la variable error refractivo (como variable conformada a partir de los restantes parámetros biométricos) en el intervalo de edad de 6-18 años se observa una

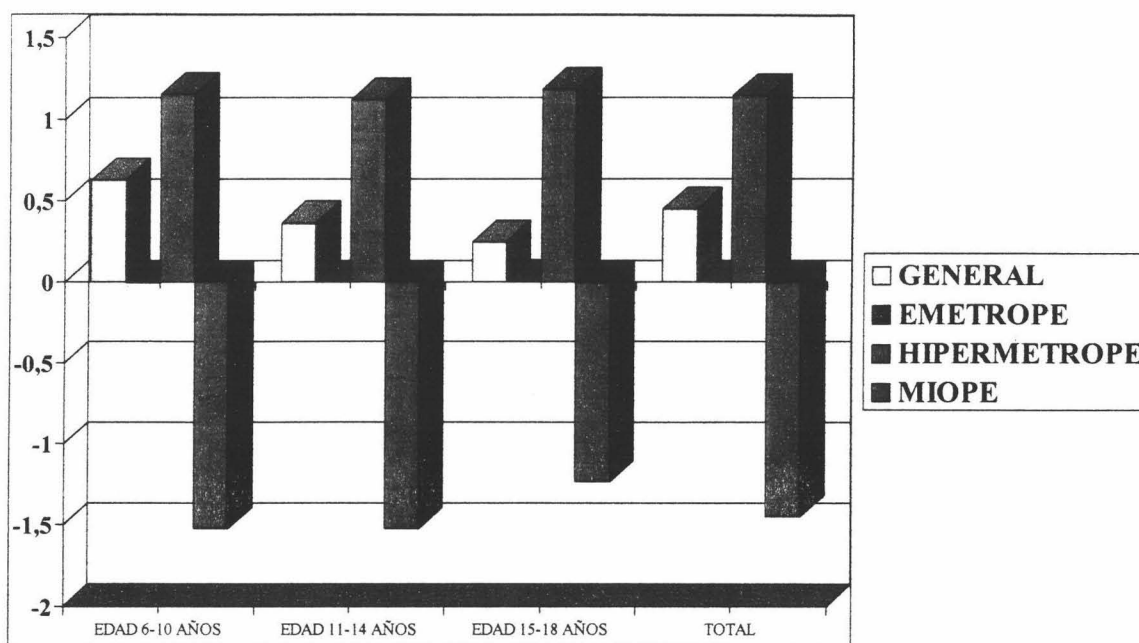
disminución en su valor en la muestra general (*gráfica 35*) y casi un constancia del mismo para los tres grupos refractivos considerados (*gráficas 36 y 37*).

**Gráfica 35:** Recta de regresión lineal: error refractivo versus edad en la muestra general

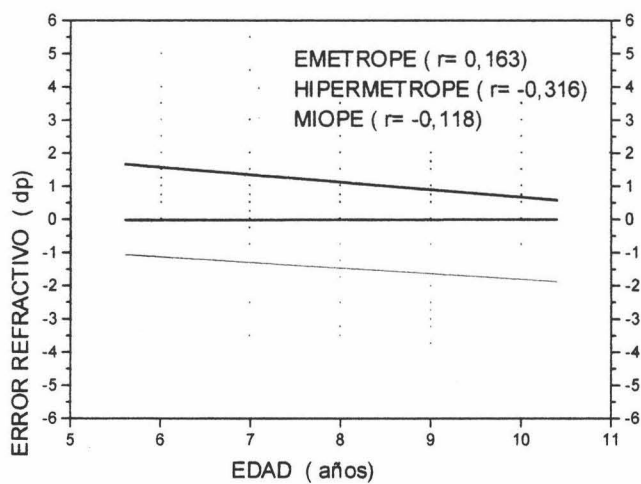


**Gráfica 36:** Rectas de regresión lineal: error refractivo versus edad según estado refractivo.

Como era de esperar, para un mismo grupo refractivo no existen diferencias en el valor del error refractivo para las diferentes categorías de edad, debido en parte a que la muestra elegida pertenece a ametropías de correlación (*tablas VII-1, VII-2, VII-3 y XX*), pero comparando el comportamiento de tal variable en las diferentes categorías de edad se obtiene que en la primera de ellas, el grupo hipermetrope es el que mayor disminución presenta, mientras los demás grupos refractivos se mantienen constantes (*gráfica 38*). A la edad de 11-14 años el grupo miope es el que presenta mayor disminución en el valor del error refractivo (*gráfica 39*). A la edad de 15-18 años los valores se mantienen constantes para todos los grupos (*gráfica 40*).

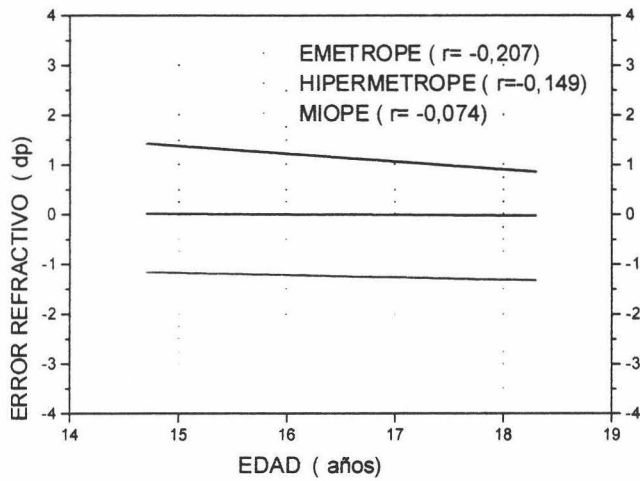
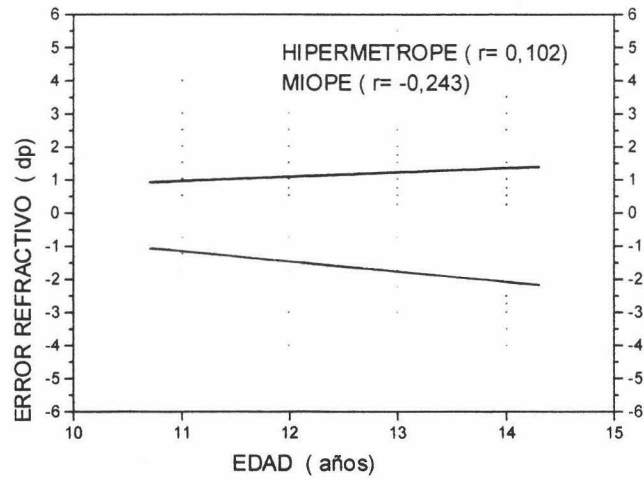


**Gráfica 37:** Evolución del error refractivo según estado refractivo y categorías de edad.



**Gráfica 38:** Evolución del error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años.

**Gráfica 39:** Evolución del error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años.



**Gráfica 40:** Evolución del error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años.

#### IV-2 INTERDEPENDENCIAS ENTRE VARIABLES BIOMÉTRICAS OCULARES

Como hemos visto en el apartado anterior, la función de cada uno de los elementos que integran el sistema óptico del globo ocular determina de modo directo la potencia final del mismo, y este es diferente entre los grupos refractivos considerados a diferentes edades. Una vez establecidas las funciones de los distintos tejidos que determinan el estado refractivo del ojo, es decir la potencia de la córnea y cristalino por una parte, y de otra la posición de la focal posterior del sistema en relación con el plano retiniano, estamos en condiciones de establecer interdependencias entre los mismos en las diferentes edades de estudio para los grupos refractivos considerados. Para ello hemos supuesto que el grosor de la córnea es constante (en torno a 0.6 mm), que el índice de refracción del estroma corneal es constante (en torno a 1.3771) y que el radio de curvatura de la cara posterior de la córnea se deduce manteniendo la misma relación entre los radios que en el ojo esquemático de LE GRAND, ya que se conoce el radio de la cara anterior de la córnea. Del mismo modo se ha podido determinar la potencia del cristalino, a través de la medida biométrica del grosor del mismo, realizando un cálculo de aproximación consistente en establecer la relación que existe, en cada medida concreta, entre la cara anterior y posterior del cristalino y la posición de los planos principales tanto en el ojo que queremos medir como en el ojo de **LE GRAND (1964, 1980)**.

En la *tabla II-4* observamos los valores medios de las potencias calculadas de la córnea, cristalino. De un primer análisis de los datos de la misma, observamos que la media de la potencia corneal en el total de la muestra es de  $31.57 \pm 1.34$ . Al considerar los grupos refractivos vemos como dicho valor es mayor en emétopes, que en miopes y en estos que en hipermétropes (*tabla VI, ANOVA  $p < 0.001$* ). Al realizar un análisis de



comparación múltiple sólo se encuentran diferencias significativas entre emétopes e hipermetropes ( $p < 0.01$ ), aunque la diferencia es de tan solo 0,33 dioptrías (*tabla XIV*)

La potencia del cristalino perteneciente a la muestra total posee un valor medio de  $19.67 \pm 1.54$ , y a diferencia de la potencia corneal, el grupo hipermetrope es el que mayor potencia posee, siguiéndole el grupo emétope y por último el miope, aunque la realización de un ANOVA no da significación entre grupos (*tablas VI y XVII*).

Al considerar las categorías de edad establecidas al comienzo de este capítulo, observamos como la respuesta de las funciones que estamos considerando son distintas según sea la edad estudiada. Así, en la muestra general (sin tener en cuenta estado refractivo) vemos como la potencia corneal es mayor a edades más tempranas (*tabla II-4*), parece como si la córnea se perfile como un elemento estabilizador del proceso de emetropización frente al posible crecimiento de la longitud axial entre la edad de 6-10 años. En el estudio de la potencia del cristalino en el grupo general, observamos un comportamiento análogo que el de la potencia corneal en edades tempranas, es decir, como elemento compensador del defecto impuesto, en principio, por la posición del plano retiniano en edades de 6-10 años.

Al estudiar los tres grupos refractivos por intervalos de edad, encontramos que la potencia corneal y la potencia del cristalino se comportan del mismo modo que la muestra total, aunque el grupo miope presenta valores medios menores que los restantes grupos a la misma edad.

Cuando se realiza un análisis de la varianza para determinar si existen diferencias significativas en el valor de la potencia corneal y potencia del cristalino en las diferentes categorías de edad para la muestra general, observamos que tales diferencias existen entre la primera y última categoría de edad, no existiendo entre la segunda y la tercera (*tabla VII, XIV y XVII*).

Para el grupo emétrope existen diferencias en los valores de la potencia corneal y del cristalino entre las dos primeras categorías de edad (*tablas VII-1, XIV y XVII*). Para el grupo hipermétrope ocurre lo mismo (*tablas VII-2, XIV y XVII*) y para el grupo miope no existen diferencias significativas entre categorías de edad (*tablas VII-3, XIV y XVII*).

La comparación de los valores medios de las variables calculadas indirectamente para cada grupo refractivo revela que la potencia corneal no difiere significativamente entre emétopes y miopes a la edad de 6-10 años (*tablas VI-1, XIV*). A partir de esta edad las diferencias en la potencia corneal sólo se dan entre emétopes e hipermétropes (*tablas VI-2, VI-3, XIV*). La potencia del cristalino no difiere significativamente entre los tres grupos refractivos en cualquier categoría de edad (*tablas VI-1, VI-2, VI-3 y XVII*).

Si analizamos la dependencia de estas variables con los distintos tejidos biológicos que componen el órgano de la visión (*tablas XXIX, XXX, XXXI, XXXII*), observamos que la potencia corneal sólo es dependiente de la longitud vítrea y axial, así pues la función que representa la regresión lineal de la potencia corneal en función de la longitud axial para el grupo general y los diferentes estados refractivos vienen dadas por:

- **TOTAL:**                    **P. Corneal** =  $8.6516 + 0.9938 \times L. Axial$                      $R^2 = 0.4464$
- **EMETROPE:**                **P. Corneal** =  $58.8931 - 1.1765 \times L. Axial$                      $R^2 = 0.6417$
- **HIPERMETROPE:**        **P. Corneal** =  $50.8075 - 0.8511 \times L. Axial$                      $R^2 = 0.4029$
- **MIOPE:**                    **P. Corneal** =  $49.2731 - 0.7460 \times L. Axial$                      $R^2 = 0.0714$

Su bondades están dadas por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado que nos indican que estas funciones explican el 44.64%, 64,17%, 40,29% y 7,14% respectivamente de la variabilidad de la potencia corneal en función de la longitud axial. El coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado, dado por  $H_0: R^2=0$ , nos indica que no debemos admitir dicha hipótesis a un nivel de significación de  $p<0.001$  ( $P_{tail}=0.00$ ). Así mismo, los contrastes de significación sobre los parámetros indican que a un nivel de significación de 0.001 hay que admitir que ninguno de ellos puede ser cero (*tablas XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI*).

A partir de ahora, y con la finalidad de no hacer la lectura repetitiva, la explicación anteriormente expuesta se aplica a los cálculos que a continuación se realizan.

Las funciones que nos representan las regresiones lineales de la potencia ocular en función de la potencia corneal vienen dadas por las expresiones:

- *TOTAL*                    **P. Ocular=** 19115,1556 - 0,0006 × *P. Corneal*    **R<sup>2</sup>=** N.S.
- *EMETROPE*                **P. Ocular=** 10,3207 + 1,1778 × *P. Corneal*    **R<sup>2</sup>=** 0,5469
- *HIPERMETROPE*        **P. Ocular=** 11,7113 + 1,1396 × *P. Corneal*    **R<sup>2</sup>=** 0,4549
- *MIOPE*                    **P. Ocular=** 41,8539 + 0,1789 × *P. Corneal*    **R<sup>2</sup>=**0,07853

Para el grupo total la dependencia de la potencia ocular respecto a la potencia corneal es nula (*tabla XXXVII*). Para los grupos refractivos, la bondad de dicha función viene dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado, que nos indica una explicación del 54,70%, 45,49%, y 7,85% respectivamente de la variabilidad de la potencia ocular en función de la corneal (*tablas XXXVIII, XXXIX, XL*).

Las funciones que nos representan las regresiones lineales de la potencia ocular en función de la potencia del cristalino (*tablas XLI, XLII, XLIII, XLIV*) vienen dadas por:

- *TOTAL*                    **P.Ocular=** 3,999 E<sup>-10</sup> - 9,553 E<sup>-7</sup> × *P.Cristalino*    **R<sup>2</sup>=** N.S.
- *EMETROPE*                **P.Ocular=** 30,8574 + 0,8602 × *P.Cristalino*    **R<sup>2</sup>=** 0,5990
- *HIPERMETROPE*        **P.Ocular=** 29,1813 + 0,9308 × *P.Cristalino*    **R<sup>2</sup>=** 0,7120
- *MIOPE*                    **P.Ocular=** 28,8417 + 0,9575 × *P.Cristalino*    **R<sup>2</sup>=** 0,7331

Del mismo modo, la potencia del cristalino está relacionado con la posición del plano retiniano, función esta determinada por la longitud axial ocular. Las funciones que representa las regresiones lineales de la potencia del cristalino en función de la longitud axial (*tablas XLV, XLVI, XLVII, XLVIII*) están expresadas por:

- *TOTAL*                    **P.Cristalino**=  $-9,799E^7 + 4985405,4 \times L.Axial$      $R^2 = N.S.$
- *EMETROPE*            **P.Cristalino**=  $53,3795 - 1,4637 \times L.Axial$      $R^2 = 0,4855$
- *HIPERMETROPE*    **P.Cristalino**=  $48,3231 - 1,2568 \times L.Axial$      $R^2 = 0,3745$
- *MIOPE*                    **P.Cristalino**=  $43,2830 - 1,0023 \times L.Axial$      $R^2 = 0,3956$

La potencia ocular también está relacionada con la posición del plano retiniano, así que las funciones que representan las regresiones lineales (*tablas XLIX, L, LI, LII*) vienen dadas por:

- *TOTAL*                    **P.Ocular**=  $-1,193 E^8 + 6071217,07 \times L.Axial$      $R^2 = N.S.$
- *EMETROPE*            **P.Ocular**=  $100,7466 - 2,3005 \times L.Axial$      $R^2 = 0,9708$
- *HIPERMETROPE*    **P.Ocular**=  $89,3701 - 1,8381 \times L.Axial$      $R^2 = 0,6583$
- *MIOPE*                    **P.Ocular**=  $82,9557 - 1,4933 \times L.Axial$      $R^2 = 0,7021$

Si calculamos las anteriores funciones en cada categoría de edad para los diferentes grupos refractivos obtenemos los siguientes resultados:

#### EDAD 6-10 AÑOS (*tablas de LIII a LXXII*)

- *TOTAL*                    **P.Corneal**=  $47,867 - 0,7068 \times L.Axial$      $R^2 = 0,3062$
  - *EMETROPE*            **P.Corneal**=  $55,237 - 1,0147 \times L.Axial$      $R^2 = 0,5487$
  - *HIPERMETROPE*    **P.Corneal**=  $52,777 - 0,9340 \times L.Axial$      $R^2 = 0,4387$
  - *MIOPE*                    **P.Corneal**=  $45,248 - 0,5645 \times L.Axial$      $R^2 = 0,2662$
- 
- *TOTAL*                    **P.Ocular**=  $10,407 + 1,1845 \times P.Corneal$      $R^2 = 0,5170$
  - *EMETROPE*            **P.Ocular**=  $10,967 + 1,1645 \times P.Corneal$      $R^2 = 0,4268$
  - *HIPERMETROPE*    **P.Ocular**=  $9,138 + 1,2265 \times P.Corneal$      $R^2 = 0,5318$
  - *MIOPE*                    **P.Ocular**=  $14,995 + 1,0336 \times P.Corneal$      $R^2 = 0,5903$

• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 27,908 + 1,0072 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,7096
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 29,824 + 0,9236 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,7357
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 27,177 + 1,0391 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,7291
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 30,156 + 0,9019 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5250
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Cristalino</b> = 47,487 - 1,2085 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,4718
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 59,752 - 1,7412 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5899
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 52,928 - 1,4567 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5584
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 35,880 - 0,6824 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,3336
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 85,888 - 1,6640 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,6256
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 103,171 - 2,4016 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,9702
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 94,631 - 2,0657 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,7583
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 73,714 - 1,0922 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5516

**EDAD 11-14 AÑOS** (tablas de LXXIII a XCII)

• <i>TOTAL</i>	<b>P.Corneal</b> = 47,588 - 0,6998 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,1242
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 57,593 - 1,1207 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,6325
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 49,620 - 0,8016 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,3670
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 47,623 - 0,6815 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,0323
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 34,864 + 0,3964 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,1514
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 9,477 + 1,2020 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5512
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 16,033 + 0,9959 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,3464
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 44,640 + 0,0869 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,0319

---

• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 30,985 + 0,8387 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,6740
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 32,895 + 0,7489 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5257
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 30,962 + 0,8331 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,6945
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 28,278 + 0,9872 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,8449
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Cristalino</b> = 41,973 - 0,9733 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,2417
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 53,459 - 1,4652 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,4400
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 42,015 - 0,9851 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,1935
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Cristalino</b> = 46,551 - 1,1427 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,4439
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 80,738 - 1,4455 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5107
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 99,547 - 2,2488 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,9715
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 83,847 - 1,6010 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,5114
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 84,408 - 1,5553 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> = 0,7129

**EDAD 15-18 AÑOS** (*tablas de XCIII a CXII*)

• <i>TOTAL</i>	<b>P.Corneal</b> = 47,747 - 0,7049 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,3164
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 64,145 - 1,4048 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,7046
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 45,592 - 0,6310 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,2772
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Corneal</b> = 54,092 - 0,9503 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,5522
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular</b> = 14,785 + 1,0352 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,4837
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 13,413 + 1,0781 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,6098
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 13,930 + 1,0655 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,4108
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular</b> = 17,377 + 0,9475 × <i>P.Corneal</i>	<b>R<sup>2</sup></b> =0,4146

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular=</b> 29,434 + 0,9191 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,6390
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 28,177 + 0,9989 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,5920
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 29,616 + 0,8988 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,6962
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 30,411 + 0,8637 × <i>P.Cristalino</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,6379
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Cristalino=</b> 43,080 - 1,0198 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,3957
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Cristalino=</b> 46,839 - 1,1856 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,4475
• <i>HIPERMETR</i>	<b>P.Cristalino=</b> 50,803 - 1,3679 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,5470
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Cristalino=</b> 43,066 - 0,9928 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,3254
• <i>TOTAL</i>	<b>P.Ocular=</b> 82,644 - 1,5249 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,6691
• <i>EMETROPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 99,904 - 2,2660 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,9699
• <i>HIPERMETROPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 87,025 - 1,7420 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,7644
• <i>MIOPE</i>	<b>P.Ocular=</b> 87,451 - 1,6880 × <i>L.Axial</i>	<b>R<sup>2</sup>=</b> 0,8045

Los anteriores resultados se pueden resumir del siguiente modo:

1.- La variabilidad de la potencia corneal en función de la longitud axial se explica de una forma mayor en el grupo emétrope (64,18%), que en el hipermétrope (40,30%) y que en el grupo miope (7,14%).

2.- La variabilidad de la potencia ocular con la potencia corneal se explica más fehacientemente en el grupo emétrope (54,70%) e hipermétrope (45,50%). Para el grupo miope la explicación es muy baja (7,85%) y para el grupo general es nula.

3.- La dependencia de la potencia ocular respecto a la potencia cristaliniiana se comporta de manera inversa a como lo hace respecto a la potencia corneal. Para el grupo miope y el hipermétrope la variabilidad de la potencia ocular en función de la potencia cristaliniiana es muy parecida (73,31% y 71,20% respectivamente) y para el grupo emétrope es más baja (59,90%). Para el grupo total la explicación es nula.



4.- La explicación de la variabilidad de la potencia del cristalino en función de la longitud axial es muy parecida en los tres grupos (48,55% en emétopes, 37,46% en hipermétropes y 39,56% en miopes). En el grupo general tal dependencia no existe.

5.- La mayor variabilidad de la potencia ocular es aquella en la que está en función de la longitud axial, alcanzando su máxima explicación en el grupo emétope (97,09%), mientras los dos restantes grupos presentan valores de explicación muy similares (65,84% para hipermétropes y 70,21% para miopes).

6.- En el grupo emétope, la explicación de la variabilidad de la potencia ocular en función de la potencia corneal aumenta respecto a la edad (42,68% en edad de 6-10 años, 55,12% en edad de 11-14 años y 60,97% en edad de 15-18 años). En función de la potencia cristaliniana la explicación disminuye (de 73,57% en la edad de 6-10 años a 59,20% a la edad de 15-18 años). Respecto a la longitud axial la explicación se mantiene constante y en torno al 97%).

7.- En el grupo hipermetrope la explicación de la variabilidad de la potencia ocular en función de la potencia corneal disminuye conforme aumenta la edad, aunque de manera muy leve. La explicación de la potencia ocular en función de la potencia del cristalino se mantiene constante, y en torno al 70%, y la explicación en función de la longitud axial, sufre un descenso en el grupo de edad de 11-14 años, justo cuando la explicación de la variabilidad de la potencia del cristalino en función de la longitud axial también lo hace de una manera brusca.

8.- En el grupo miope la explicación de la variabilidad de la potencia ocular respecto a las demás funciones estudiadas se comporta de manera particular: En función de la potencia corneal sufre un descenso muy acusado en el grupo de edad intermedio (de 59,03% a 3,19%), coincidiendo con un aumento brusco de la explicación de la variabilidad de la potencia ocular en función de la potencia cristaliniana (de 52,50% a 84,49%). Sin embargo, la explicación de la variabilidad de la potencia ocular en función de la longitud axial aumenta respecto a la edad (55,16% en edad de 6-10 años, 71,29% en edad de 11-14

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

años y 80,45% en edad de 15-18 años).

*Muestra general*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,1276	-0,2148
RADIO CORNEAL	-0,7615	-0,2080
P.C.A.	-0,0148	-0,1662
E. CRISTALINO	0,0149	0,3123
L. VITREA	-0,4693	-0,6440
L.AXIAL	-0,4472	-0,5949
ERROR REFRACTIVO	-0,0794	0,0124

*Edad 6-10 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,0229	-0,2648
RADIO CORNEAL	-0,9987	-0,2777
P.C.A.	0,0199	-0,1862
E. CRISTALINO	-0,0125	0,2406
L. VITREA	-0,5807	-0,7060
L.AXIAL	-0,5534	-0,6869
ERROR REFRACTIVO	-0,2072	0,0729

*Edad 11-14 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,0029	-0,2110
RADIO CORNEAL	-0,5884	-0,1425
P.C.A.	-0,0462	-0,1699
E. CRISTALINO	0,0817	0,4439
L. VITREA	-0,3797	-0,5670
L.AXIAL	-0,3525	-0,4916
ERROR REFRACTIVO	-0,0354	-0,1056

*Edad 15-18 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,0356	0,0148
RADIO CORNEAL	-0,9987	-0,1285
P.C.A.	0,0333	-0,1740
E. CRISTALINO	-0,1306	0,2194
L. VITREA	-0,5657	-0,6706
L.AXIAL	-0,5625	-0,6290
ERROR REFRACTIVO	-0,1204	0,1438

*Tabla XXIX: Correlaciones lineales entre variables oculares medidas indirectamente (potencia corneal y potencia del cristalino) y variables oculares medidas directamente en el grupo general y por categorías de edad (en negrita se indican los coeficientes de correlación lineal que resultan significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ ).*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

*Grupo emétrope*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,1764	-0,2054
RADIO CORNEAL	-0,9986	-0,2621
P.C.A.	0,0079	-0,1399
E. CRISTALINO	-0,0866	0,1545
L. VITREA	-0,7975	-0,6960
L.AXIAL	-0,8011	-0,6968
ERROR REFRACTIVO		

*Edad 6-10 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,1793	-0,4760
RADIO CORNEAL	-0,9994	-0,1765
P.C.A.	-0,2196	-0,3596
E. CRISTALINO	-0,1066	0,3454
L. VITREA	-0,6997	-0,7961
L.AXIAL	-0,7408	-0,7680
ERROR REFRACTIVO	-0,0352	

*Edad 11-14 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,1571	-0,0774
RADIO CORNEAL	-0,9987	-0,2876
P.C.A.	0,0201	-0,2114
E. CRISTALINO	0,0480	0,2914
L. VITREA	-0,8197	-0,6429
L.AXIAL	-0,7953	-0,6634
ERROR REFRACTIVO		

*Edad 15-18 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	0,0180	-0,0373
RADIO CORNEAL	-0,9989	-0,2209
P.C.A.	0,0587	0,0203
E. CRISTALINO	-0,1925	-0,0412
L. VITREA	-0,8168	-0,6872
L.AXIAL	-0,8394	-0,6690
ERROR REFRACTIVO		

*Tabla XXX:: Correlaciones lineales entre variables oculares medidas indirectamente (potencia corneal y potencia del cristalino) y variables oculares medidas directamente en el grupo emétrope y por categorías de edad (en negrita se indican los coeficientes de correlación lineal que resultan significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ ).*



13 ENE. 2000

*Grupo hipermetrope*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,2139	-0,2249
RADIO CORNEAL	-0,9986	-0,1968
P.C.A.	-0,0531	-0,1524
E. CRISTALINO	0,0058	0,3358
L. VITREA	-0,6464	-0,6726
L.AXIAL	-0,6348	-0,6120
ERROR REFRACTIVO	-0,1268	-0,0578

*Edad 6-10 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,0464	-0,2273
RADIO CORNEAL	-0,9986	-0,3254
P.C.A.	0,0604	-0,1576
E. CRISTALINO	0,0261	0,2007
L. VITREA	-0,6995	-0,7573
L.AXIAL	-0,6624	-0,7473
ERROR REFRACTIVO	-0,2057	0,0352

*Edad 11-14 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	0,0394	-0,2456
RADIO CORNEAL	-0,9988	-0,0513
P.C.A.	-0,1695	-0,1502
E. CRISTALINO	0,0015	0,4656
L. VITREA	-0,6039	-0,5491
L.AXIAL	-0,6058	-0,4399
ERROR REFRACTIVO	-0,0620	-0,2117

*Edad 15-18 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,2211	0,0297
RADIO CORNEAL	-0,9990	-0,1080
P.C.A.	-0,1007	-0,2151
E. CRISTALINO	-0,0974	0,2426
L. VITREA	-0,4792	-0,7710
L.AXIAL	-0,5265	-0,7396
ERROR REFRACTIVO	-0,1429	0,2716

**Tabla XXXI:** Correlaciones lineales entre variables oculares medidas indirectamente (potencia corneal y potencia del cristalino) y variables oculares medidas directamente en el grupo hipermetrope y por categorías de edad (en **negrita** se indican los coeficientes de correlación lineal que resultan significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ ).

*Grupo miope*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	-0,0823	-0,1790
RADIO CORNEAL	<b>-0,3526</b>	<b>-0,2415</b>
P.C.A.	0,0014	<b>-0,2228</b>
E. CRISTALINO	0,0587	<b>0,4522</b>
L. VITREA	<b>-0,2754</b>	<b>-0,6490</b>
L.AXIAL	<b>-0,2672</b>	<b>-0,6290</b>
ERROR REFRACTIVO	0,0420	0,0725

*Edad 6-10 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	0,0554	-0,1075
RADIO CORNEAL	<b>-0,9995</b>	-0,1304
P.C.A.	-0,2439	-0,0475
E. CRISTALINO	-0,0532	<b>0,3455</b>
L. VITREA	<b>-0,4502</b>	<b>-0,5997</b>
L.AXIAL	<b>-0,5164</b>	<b>-0,5776</b>
ERROR REFRACTIVO	-0,0599	0,2462

*Edad 11-14 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	0,0207	<b>-0,3020</b>
RADIO CORNEAL	<b>-0,9992</b>	<b>-0,3868</b>
P.C.A.	0,0189	-0,1785
E. CRISTALINO	0,1742	<b>0,5412</b>
L. VITREA	<b>-0,5055</b>	<b>-0,6795</b>
L.AXIAL	<b>-0,5379</b>	<b>-0,6662</b>
ERROR REFRACTIVO	0,0622	0,0321

*Edad 15-18 años*

	POTENCIA CORNEAL	POTENCIA CRISTALINO
EDAD	0,1304	0,0499
RADIO CORNEAL	<b>-0,9991</b>	-0,0567
P.C.A.	0,1537	<b>-0,4121</b>
E. CRISTALINO	-0,1878	<b>0,4969</b>
L. VITREA	<b>-0,7407</b>	<b>-0,6073</b>
L.AXIAL	<b>-0,7431</b>	<b>-0,5705</b>
ERROR REFRACTIVO	0,2479	0,0005

*Tabla XXXII:: Correlaciones lineales entre variables oculares medidas indirectamente (potencia corneal y potencia del cristalino) y variables oculares medidas directamente en el grupo miope y por categorías de edad (en negrita se indican los coeficientes de correlación lineal que resultan significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ ).*

*Tabla XXXIII: Grupo general*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	8,6516	0,7153		12,0949	0	SI
L. AXIAL	0,9938	0,0312	0,6682	31,8424	0	SI

N= 1259

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	5040,5218	1	1013,9401	0	P<0,001
RESIDUAL	4,9712	1257			

*Tabla XXXIV: Grupo emétrope*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	58,8931	1,0994		53,5675	0	SI
L. AXIAL	1,1765	0,0477	-0,8011	-24,6441	0	SI

N= 341

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	190,9246	1	607,3322	0	P<0,001
RESIDUAL	0,3144	339			

*Tabla XXXV: Grupo hipermetrope*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	50,8075	0,8798		57,747	0	SI
L. AXIAL	-0,8511	0,0386	-0,6348	-22,0298	0	SI

N= 721

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	341,1199	1	485,3125	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7029	719			

*Tabla XXXVI: Grupo miope*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	49,2731	4,6006		10,7100	0	SI
L. AXIAL	-0,7460	0,1936	-0,2672	-3,8523	0,000117	SI

N= 195

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	82,6994	1	14,8404	0,000159	P<0,001
RESIDUAL	5,5726	193			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia corneal y longitud axial en los diferentes grupos refractivos*



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla XXXVII: Grupo general**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	19115,1556	19067,6619		1,0025	0,3161	NO
P. CORNEAL	-0,0006	0,0213	-0,0008	-0,0284	0,9774	NO

N= 1254

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	366601216	1	0,0008	1	NO
RESIDUAL	4,5E+11	1252			

**Tabla XXXVIII: Grupo emétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	10,3207	1,8585		5,5534	0	SI
P. CORNEAL	1,1778	0,0584	0,7396	20,1711	0	SI

N= 339

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	410,6784	1	406,8753	0	P<0,001
RESIDUAL	1,0093	337			

**Tabla XXXIX: Grupo hipermétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	11,7113	1,4643		7,9977	0	SI
P. CORNEAL	1,1396	0,0465	0,6745	24,4809	0	SI

N= 720

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1099,3429	1	599,3152	0	P<0,001
RESIDUAL	1,8343	718			

**Tabla XL: Grupo miope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	41,8539	1,3964		29,9729	0	SI
P. CORNEAL	0,1789	0,0441	0,2802	4,0556	0,00005	SI

N= 195

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	37,0681	1	16,4478	0,00007	P<0,001
RESIDUAL	2,2537	193			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia corneal en los diferentes grupos refractivos*

**Tabla XLI: Grupo general.**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	3,9E+10	3,9E+10		1	0,3173	NO
P. CRISTALINO	-9,5E-7	0,00003	-0,0008	-0,0283	0,9775	NO

N= 1254

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1,6E+21	1	0,0008	1	NO
RESIDUAL	2,1E+24	1252			

**Tabla XLII: Grupo emétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	30,7584	0,7565		40,7896	0	SI
P. CRISTALINO	0,8602	0,0383	0,7740	22,4367	0	SI

N= 339

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	449,7484	1	503,4049	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8934	1252			

**Tabla XLIII: Grupo hipermetrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	29,1813	0,4372		66,7404	0	SI
P. CRISTALINO	0,9309	0,0221	0,8431	42,1327	0	SI

N= 720

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1720,5013	1	1775,1612	0	P<0,001
RESIDUAL	0,96921	718			

**Tabla XLIV: Grupo miope.**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	28,8417	0,8124		35,5000	0	SI
P. CRISTALINO	0,9576	0,0416	0,8562	23,0244	0	SI

N= 195

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	346,0455	1	530,1252	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6528	193			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia del cristalino en los diferentes grupos refractivos*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla XLV: Grupo general**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	-9,8E+7	1,8E+8		-0,5257	0,5991	NO
L. AXIAL	4985405,4	8121311,46	0,0173	0,6139	0,5393	NO

N= 1254

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1,2E+17	1	0,3768	1	NO
RESIDUAL	3,2E+17	1252			

**Tabla XLVI: Grupo emétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	53,3795	1,8901		28,2421	0	SI
L. AXIAL	-1,4637	0,0821	-0,6968	-17,8333	0	SI

N= 339

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	295,0987	1	318,0260	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9279	337			

**Tabla XLVII: Grupo hipermétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	48,3231	1,3801		35,0130	0	SI
L. AXIAL	-1,2568	0,0606	-0,6120	-20,7374	0	SI

N= 720

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	743,7747	1	430,0415	0	P<0,001
RESIDUAL	1,7295	718			

**Tabla XLVIII: Grupo miope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	43,2830	2,1187		20,4291	0	SI
L. AXIAL	-1,0023	0,0892	-0,6290	-11,2398	0	SI

N= 195

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	149,3035	1	126,3324	0	P<0,001
RESIDUAL	1,1818	193			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia del cristalino y longitud axial en los diferentes grupos refractivos*

**Tabla XLIX: Grupo general**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	-1,2E+8	2,3E+8		-0,5256	0,5991	NO
L. AXIAL	6071217,070	9890116,6	0,0173	0,6139	0,5393	NO

N=1254

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1,8E+17	1	0,3768	1	NO
RESIDUAL	4,7E+17	1252			

**Tabla L: Grupo emétrope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	100,7466	0,5000		201,4934	0	SI
L. AXIAL	-2,3005	0,0217	-0,9853	-105,9505	0	SI

N= 339

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	728,9449	1	11225,5058	0	P<0,001
RESIDUAL	0,0649	337			

**Tabla LI: Grupo hipermétrope.**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	89,3701	1,1253		79,4218	0	SI
L. AXIAL	-1,8381	0,0494	-0,8114	-37,1988	0	SI

N= 720

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1590,9063	1	1383,7541	0	P<0,001
RESIDUAL	1,1497	718			

**Tabla LII: Grupo miope**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	82,9557	1,6635		49,8678	0	SI
L. AXIAL	-1,4933	0,0700	-0,8379	-21,3280	0	SI

N= 195

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	331,4143	1	454,8829	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7286	193			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y longitud axial en los diferentes grupos refractivos*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla LIII: Grupo genera edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	47,8670	1,1177		42,8267	0	SI
L. AXIAL	-0,7069	0,0491	-0,5534	-14,3742	0	SI

N= 470

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	142,9530	1	206,6187	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6919	468			

**Tabla LIV: Grupo emétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	55,2368	2,2763		24,2665	0	SI
L. AXIAL	-1,0147	0,0998	-0,7408	-10,1669	0	SI

N= 87

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	33,2211	1	103,3668	0	P<0,001
RESIDUAL	0,3214	85			

**Tabla LV: Grupo hipermetrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	52,7775	1,3230		39,8909	0	SI
L. AXIAL	-0,9340	0,0586	-0,6623	-15,9379	0	SI

N= 327

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	152,9724	1	254,0154	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6022	325			

**Tabla LVI: Grupo miope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	45,2482	2,9940		15,1130	0	SI
L. AXIAL	-0,5645	0,1274	-0,5164	-4,4308	0	SI

N= 56

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	11,8489	1	19,6321	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6036	54			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia corneal y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años.*

**Tabla LVII: Grupo general edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	10,4074	1,6860		6,1730	0	SI
P. CORNEAL	1,1845	0,0530	0,7191	22,3595	0	SI

N= 469

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	654,7984	1	499,9479	0	P<0,001
RESIDUAL	1,3097	467			

**Tabla LVIII: Grupo emétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	10,9664	4,6996		2,3335	0,0220	SI
P. CORNEAL	1,1645	1,1464	0,6534	7,9569	7,3E-12	SI

N= 87

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	82,0880	1	63,3118	7,3E-12	P<0,001
RESIDUAL	1,2966	85			

**Tabla LIX: Grupo hipermétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	9,1381	2,0279		4,5063	6,6E-6	SI
P. CORNEAL	1,2265	0,6393	0,7293	19,1843	0	SI

N= 326

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	524,5291	1	368,0358	0	P<0,001
RESIDUAL	1,4252	324			

**Tabla LX: Grupo miope edad 6- 10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	14,9948	3,7497		3,9989	0,0002	SI
P. CORNEAL	1,0336	0,1172	0,7684	8,8216	5,5E-12	SI

N= 56

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	47,4834	1	77,8213	5,5E-12	P<0,001
RESIDUAL	0,6102	54			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia corneal en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años.*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla LXI: Grupo general edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	27,9078	0,5988		46,6104	0	SI
P. CRISTALINO	1,0072	0,0298	0,8424	33,7799	0	SI

N= 469

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	898,6582	1	1141,0817	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7876	467			

**Tabla LXII: Grupo emétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	29,8245	1,2071		24,7077	0	SI
P. CRISTALINO	0,9237	0,0600	0,8577	15,3821	0	SI

N= 87

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	141,4730	1	236,6079	0	P<0,001
RESIDUAL	0,5979	85			

**Tabla LXIII: Grupo hipermétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	27,1769	0,7077		38,4035	0	SI
P. CRISTALINO	1,0391	0,0352	0,8539	29,5284	0	SI

N= 326

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	719,0906	1	871,9276	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8247	324			

**Tabla LXIV: Grupo miope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	30,1557	2,3202		12,9971	0	SI
P. CRISTALINO	0,9019	0,1167	0,7246	7,7262	2,72E-10	SI

N= 56

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	42,2301	1	59,69	2,74E-10	P<0,001
RESIDUAL	0,7074	54			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia del cristalino en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años,*



**Tabla LXV: Grupo general edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	47,4868	1,3451		35,3043	0	SI
L. AXIAL	-1,2085	0,0592	-0,6869	-20,4225	0	SI

N= 469

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	417,8894	1	417,0791	0	P<0,001
RESIDUAL	1,0019	467			

**Tabla LXVI: Grupo emétrope edad 6\_10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	59,7521	3,5915		16,6373	0	SI
L. AXIAL	-1,7412	0,1575	-0,7680	-11,0572	0	SI

N= 87

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	97,8190	1	122,2625	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8001	85			

**Tabla LXVII: Grupo hipermétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	52,9279	1,6246		32,5787	0	SI
L. AXIAL	-1,4567	0,0719	-0,7473	-20,2426	0	SI

N= 326

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	371,9019	1	409,7642	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9076	324			

**Tabla LXVIII: Grupo miope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	35,8801	3,0844		11,6329	0	SI
L. AXIAL	-0,6824	0,1313	-0,5776	-5,1998	3,14E-6	SI

N= 56

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	17,3198	1	27,0376	3,14E-6	P<0,001
RESIDUAL	0,6406	54			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia del cristalino y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años.*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla LXIX: Grupo general edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	85,8884	1,3540		63,4346	0	SI
L. AXIAL	-1,6640	0,0596	-0,7910	-27,9362	0	SI

N= 469

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	792,3265	1	780,4324	0	P<0,001
RESIDUAL	1,0152	467			

**Tabla LXX: Grupo emétrope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	103,1705	1,0433		98,8933	0	SI
L. AXIAL	-2,4046	0,0457	-0,9850	-52,5683	0	SI

N= 87

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	186,5580	1	2763,4247	0	P<0,001
RESIDUAL	0,0675	85			

**Tabla LXXI: Grupo hipermétrope edad 6\_10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	94,6309	1,4629		64,6860	0	SI
L. AXIAL	-2,0657	0,0648	-0,8708	-31,8779	0	SI

N= 326

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	747,8560	1	1016,2029	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7359	324			

**Tabla LXXII: Grupo miope edad 6-10 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	73,7141	3,1494		23,4058	0	SI
L. AXIAL	-1,0922	0,1340	-0,7427	-8,1503	5,64E-11	SI

N= 56

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	44,3663	1	66,4280	5,64E-11	P<0,001
RESIDUAL	0,6679	54			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 6-10 años*

**Tabla LXXIII: Grupo general edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	T	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	47,5876	1,8537		25,6711	0	SI
L. AXIAL	-0,6999	0,0801	-0,3525	-8,7361	0	SI

N= 540

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	191,5955	1	76,3189	0	P<0,001
RESIDUAL	2,5105	538			

**Tabla LXXIV: Grupo emétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	T	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	57,5934	1,5616		36,8811	0	SI
L. AXIAL	-1,1207	0,0675	-0,7953	-16,5953	0	SI

N= 162

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	81,4045	1	275,4046	0	P<0,001
RESIDUAL	0,2956	160			

**Tabla LXXV: Grupo hipermétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	49,6201	1,4225		34,8821	0	SI
L. AXIAL	-0,8016	0,0620	-0,6058	-12,9229	0	SI

N= 290

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	127,9397	1	167,0012	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7661	288			

**Tabla LXXVI: Grupo miope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	47,6227	9,5780		4,9721	3,3E-6	SI
L. AXIAL	-0,6815	0,4019	-0,1799	-1,6958	0,0935	NO

N= 88

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	33,8094	1	2,8756	0,0935	P<0,1
RESIDUAL	11,7572	86			

**Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia corneal y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años**

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla LXXVII: Grupo general edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	34,8639	1,2723		27,4020	0	SI
P. CORNEAL	0,3964	0,0404	0,3892	9,7986	0	SI

N= 540

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	242,3430	1	96,0122	0	P<0,001
RESIDUAL	2,5241	538			

**Tabla LXXVIII: Grupo emétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	9,4770	2,7182		3,4866	0,0005	SI
P. CORNEAL	1,2020	0,0857	0,7424	14,0186	0	SI

N= 162

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	185,9521	1	196,5216	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9462	160			

**Tabla LXXIX: Grupo hipermétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	16,0335	2,5203		6,3617	0	SI
P. CORNEAL	0,9959	0,0806	0,5886	12,3555	0	SI

N= 290

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	345,7208	1	152,6584	0	P<0,001
RESIDUAL	2,2647	288			

**Tabla LXXX: Grupo miope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	44,6399	1,6291		27,4009	0	SI
P. CORNEAL	0,0869	0,0516	0,1787	1,6838	0,0958	NO

N= 88

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	7,8837	1	2,8352	0,0958	P<0,1
RESIDUAL	2,7807	86			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia corneal en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años*

**Tabla LXXXI: Grupo general edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	30,9852	0,4914		63,0534	0	SI
P. CRISTALINO	0,8387	0,0251	0,8210	33,3499	0	SI

N= 540

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	1078,5738	1	1112,2154	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9698	538			

**Tabla LXXXII: Grupo emétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	32,8953	1,1045		29,7842	0	SI
P. CRISTALINO	0,7489	0,0562	0,7251	13,3178	0	SI

N= 162

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	177,3544	1	177,3628	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9999	160			

**Tabla LXXXIII: Grupo hipermetrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	30,9617	0,6358		48,6998	0	SI
P. CRISTALINO	0,8331	0,0326	0,8334	25,5855	0	SI

N= 290

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	693,0409	1	654,6167	0	P<0,001
RESIDUAL	1,0587	288			

**Tabla LXXXIV: Grupo miope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	28,2780	0,8847		31,9638	0	SI
P. CRISTALINO	0,9872	0,0456	0,9192	21,6468	0	SI

N= 88

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	208,7157	1	468,5859	0	P<0,001
RESIDUAL	0,4454	86			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia del cristalino en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

*Tabla LXXXV: Grupo general edad 11-14 años*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	41,9730	1,7199		24,4040	0	SI
L. AXIAL	-0,9733	0,0743	-0,4916	-13,0944	0	SI

N= 540

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	370,5484	1	171,4643	0	P<0,001
RESIDUAL	2,1611	538			

*Tabla LXXXVI: Grupo emétrope edad 11-14 años*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	53,4586	3,0216		17,6922	0	SI
L. AXIAL	-1,4652	0,1307	-0,6634	-11,2130	0	SI

N= 162

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	139,1400	1	125,7307	0	P<0,001
RESIDUAL	1,1067	160			

*Tabla LXXXVII: Grupo hipermétrope edad 11-14 años*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	42,0152	2,7178		15,4593	0	SI
L. AXIAL	-0,9851	0,1185	-0,4399	-8,3127	0	SI

N= 290

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	193,2409	1	69,1016	0	P<0,001
RESIDUAL	2,7965	288			

*Tabla LXXXVIII: Grupo miope edad 11-14 años*

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	46,5512	3,2872		14,1612	0	SI
L. AXIAL	-1-1427	0,1379	-0,6662	-8,2851	0	SI

N= 88

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	95,0621	1	68,6425	9,1E -13	P<0,001
RESIDUAL	1,3849	86			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia del cristalino y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años*

**Tabla LXXXI: Grupo general edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	80,7380	1,4114		57,2034	0	SI
L. AXIAL	-1,4455	0,0610	-0,7147	-23,6981	0	SI

N= 540

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	817,3225	1	561,5986	0	P<0,001
RESIDUAL	1,4553	538			

**Tabla XC: Grupo emétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	99,5467	0,7037		141,4615	0	SI
L. AXIAL	-2,2488	0,0304	-0,9857	-73,8939	0	SI

N= 162

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	327,7432	1	5460,3099	0	P<0,001
RESIDUAL	0,0600	160			

**Tabla XCI: Grupo hipermétrope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	83,8470	2,1146		39,6515	0	SI
L. AXIAL	-1,6010	0,0922	-0,7151	-17,3634	0	SI

N= 290

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	510,3888	1	301,4867	0	P<0,001
RESIDUAL	1,6929	288			

**Tabla XCII: Grupo miope edad 11-14 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	84,4082	2,5366		33,2760	0	SI
L. AXIAL	-1,5553	0,10643	-0,8443	-14,6134	0	SI

N= 88

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	176,1027	1	213,5516	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8246	86			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 11-14 años*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla XCIII: Grupo general edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	47,7475	1,5350		31,1053	0	SI
L. AXIAL	-0,7049	0,0662	-0,5625	-10,6494	0	SI

N= 247

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	87,7162	1	113,4089	0	P<0,001
RESIDUAL	0,7735	245			

**Tabla XCIV: Grupo emétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	64,1452	2,2122		28,9963	0	SI
L. AXIAL	-1,4048	0,0959	-0,8394	-14,6511	0	SI

N= 92

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	69,0665	1	214,6553	0	P<0,001
RESIDUAL	0,3218	90			

**Tabla XCV: Grupo hipermetrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	45,5926	2,3141		19,7020	0	SI
L. AXIAL	-0,6310	0,1009	-0,5265	-6,2545	9,43E-9	SI

N= 104

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	29,4259	1	39,1182	9,43E-9	P<0,001
RESIDUAL	0,7522	102			

**Tabla XCVI: Grupo miope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	54,0922	2,9229		18,5064	0	SI
L. AXIAL	-0,9503	0,1223	-0,7431	-7,7736	4,24E-10	SI

N= 51

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	30,0473	1	60,4287	4,24E-10	P<0,001
RESIDUAL	0,4972	49			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia corneal y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años*



**Tabla XCVII: Grupo general edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	14,7847	2,1565		6,8558	0	SI
P. CORNEAL	1,0352	0,0686	0,6955	15,0895	0	SI

N= 245

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	296,6566	1	227,6915	0	P<0,001
RESIDUAL	1,3029	243			

**Tabla XCVIII: Grupo emétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	13,4132	2,9220		4,5905	0,00001	SI
P. CORNEAL	1,0781	0,0919	0,7809	11,7262	0	SI

N= 90

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	112,4752	1	137,5032	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8180	88			

**Tabla XCIX: Grupo hipermetrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	13,9301	3,9353		3,5397	0,0006	SI
P. CORNEAL	1,0655	0,1264	0,6409	8,4323	0	SI

N= 104

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	120,5066	1	71,1045	9,1E-13	P<0,001
RESIDUAL	1,6948	102			

**Tabla C: Grupo miope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	17,3774	5,0509		3,4404	0,0012	SI
P. CORNEAL	0,9476	0,1609	0,6439	5,8908	3,44E-7	SI

N= 51

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	48,8538	1	34,7011	3,44E-7	P<0,001
RESIDUAL	1,4078	49			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia corneal en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla CI: Grupo general edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	29,4337	0,8639		34,0693	0	SI
P. CRISTALINO	0,9191	0,0443	0,7994	20,7398	0	SI

N= 245

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	391,8752	1	430,1396	0	P<0,001
RESIDUAL	0,9110	243			

**Tabla CII: Grupo emétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	28,1768	1,7267		16,3184	0	SI
P. CRISTALINO	0,9989	0,0884	0,7694	11,3007	0	SI

N= 90

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	109,2057	1	127,7058	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8551	88			

**Tabla CIII: Grupo hipermétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	29,6159	1,1471		25,8172	0	SI
P. CRISTALINO	0,8988	0,0588	0,8344	15,2877	0	SI

N= 104

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	204,2380	1	233,7123	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8739	102			

**Tabla CIV: Grupo miope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	30,4108	1,8024		16,8721	0	SI
P. CRISTALINO	0,8639	0,0929	0,7987	9,2921	1,81E-12	SI

N= 51

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	75,1757	1	86,3433	2,73E-12	P<0,001
RESIDUAL	0,8707	49			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y potencia del cristalino en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años*

**Tabla CV: Grupo general edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	43,0801	1,8749		22,9776	0	SI
L. AXIAL	-1,0198	0,0809	-0,6290	-12,6140	0	SI

N= 245

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	183,5567	1	159,1139	0	P<0,001
RESIDUAL	1,1536	243			

**Tabla CVI: Grupo emétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	46,8390	3,2389		14,4613	0	SI
L. AXIAL	-1,1856	0,1404	-0,6690	-8,4429	0	SI

N= 90

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	48,9788	1	71,2834	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6871	88			

**Tabla CVII: Grupo hipermetrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	50,8035	2,8272		17,9698	0	SI
L. AXIAL	-1,3679	0,1233	-0,7396	-11,0980	0	SI

N= 104

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	138,2857	1	123,166	0	P<0,001
RESIDUAL	1,1228	102			

**Tabla CVIII: Grupo miope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	43,0656	4,8824		8,8207	1,09E-11	SI
L. AXIAL	-0,9928	0,2042	-0,5705	-4,8621	0,00001	SI

N= 51

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	32,7972	1	23,6397	0,00001	P<0,001
RESIDUAL	1,3874	49			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia del cristalino y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años*

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla CIX: Grupo general edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	82,6438	1,5951		51,8112	0	SI
L. AXIAL	-1,5249	0,0688	-0,8180	-22,1683	0	SI

N= 245

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	410,3515	1	491,4342	0	P<0,001
RESIDUAL	0,8350	243			

**Tabla CX: Grupo emétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	99,9037	0,9813		101,8088	0	SI
L. AXIAL	-2,2660	0,0425	-0,9848	-53,2609	0	SI

N= 90

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	178,9076	1	2836,7252	0	P<0,001
RESIDUAL	0,0631	88			

**Tabla CXI: Grupo hipermétrope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	87,0250	2,1965		39,6204	0	SI
L. AXIAL	-1,7420	0,0958	-0,8743	-18,1906	0	SI

N= 104

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	224,2493	1	330,899	0	P<0,001
RESIDUAL	0,6777	102			

**Tabla CXII: Grupo miope edad 15-18 años**

	COEFICIENT.	ERROR STAND	COEF. STAND.	t	PROBABILIDAD	SIGNIF.
INDEPENDIENT	87,4508	2,8422		30,7687	0	SI
L. AXIAL	-1,6880	0,1189	-0,8969	-14,1998	0	SI

N= 51

	VARIANZA	G.L.	F	PROBABILIDAD	NIVEL SIGNIF.
REGRESION	94,8003	1	201,6348	0	P<0,001
RESIDUAL	0,4702	49			

*Análisis de regresión lineal y ANOVA para dicha regresión entre las variables potencia ocular y longitud axial en los diferentes grupos refractivos en la categoría de edad de 15-18 años*

Tabla CXIII: Grupo general

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,880	0,790	0,550	-0,160	0,160	-0,070	0,080	0,290	0,270	-0,150	-0,014	-0,150
TALLA	0,880	1,000	0,860	0,670	-0,180	0,240	0,018	0,005	0,360	0,350	-0,170	0,011	-0,190
PESO	0,790	0,860	1,000	0,690	-0,120	0,210	-0,010	0,030	0,280	0,260	-0,110	-0,009	-0,110
P.Cr.	0,550	0,670	0,690	1,000	-0,140	0,260	0,032	0,030	0,290	0,290	-0,130	-0,010	-0,090
ESC.	-0,160	-0,180	-0,120	-0,140	1,000	0,140	-0,250	-0,060	-0,480	-0,550	0,990	-0,070	0,816
R.C.	0,160	0,240	0,210	0,260	0,140	1,000	-0,004	0,010	0,598	0,560	0,130	0,020	0,110
P.C.A.	-0,070	0,018	-0,010	0,032	-0,250	-0,004	1,000	-0,344	0,150	0,370	-0,260	0,060	-0,240
E.C.	0,080	0,005	0,030	0,030	-0,060	0,010	-0,344	1,000	-0,220	-0,080	-0,042	-0,018	-0,011
L.V.	0,290	0,360	0,280	0,290	-0,480	0,598	0,150	-0,220	1,000	0,940	-0,490	0,044	-0,430
L.Ax.	0,270	0,350	0,260	0,290	-0,550	0,560	0,370	-0,080	0,940	1,000	-0,550	0,050	-0,480
E.R.	-0,150	-0,170	-0,110	-0,130	0,990	0,130	-0,260	-0,042	-0,490	-0,550	1,000	-0,060	0,820
F.D.C.	-0,014	0,011	-0,009	-0,010	-0,070	0,020	0,060	-0,018	0,044	0,050	-0,060	1,000	-0,089
P.Oc.	-0,150	-0,190	-0,110	-0,090	0,816	0,110	-0,240	-0,011	-0,430	-0,480	0,820	-0,089	1,000

Tabla CXIII-1: Grupo general edad 6-10 años

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,740	0,504	0,288	-0,287	0,015	0,174	0,025	0,302	0,341	-0,283	0,023	-0,364
TALLA	0,740	1,000	0,781	0,525	-0,250	0,180	0,168	-0,024	0,420	0,443	-0,248	0,039	-0,296
PESO	0,504	0,781	1,000	0,595	-0,100	0,113	0,053	-0,056	0,266	0,253	-0,092	0,019	-0,144
P.Cr.	0,288	0,525	0,595	1,000	-0,040	0,175	0,025	-0,054	0,271	0,249	-0,039	0,087	-0,086
ESC.	-0,287	-0,250	-0,100	-0,040	1,000	0,220	-0,321	0,107	-0,479	-0,536	0,992	-0,052	0,896
R.C.	0,015	0,180	0,113	0,175	0,220	1,000	-0,029	0,015	0,578	0,549	0,214	0,011	0,209
P.C.A.	0,174	0,168	0,053	0,025	-0,321	-0,029	1,000	-0,250	0,173	0,390	-0,313	0,059	-0,302
E.C.	0,025	-0,024	-0,056	-0,054	0,107	0,015	-0,250	1,000	-0,284	-0,144	0,114	-0,019	0,084
L.V.	0,302	0,420	0,266	0,271	-0,479	0,578	0,173	-0,284	1,000	0,952	-0,492	0,077	-0,455
L.Ax.	0,341	0,443	0,253	0,249	-0,536	0,549	0,390	-0,144	0,952	1,000	-0,544	0,088	-0,509
E.R.	-0,283	-0,248	-0,092	-0,039	0,992	0,214	-0,313	0,114	-0,492	-0,544	1,000	-0,042	0,912
F.D.C.	0,023	0,039	0,019	0,087	-0,052	0,011	0,059	-0,019	0,077	0,088	-0,042	1,000	-0,035
P.Oc.	-0,364	-0,296	-0,144	-0,086	0,896	0,209	-0,302	0,084	-0,455	-0,509	0,912	-0,035	1,000

Tabla CXIII-2: Grupo general edad 11-14 años

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,611	0,456	0,225	0,002	0,067	-0,003	-0,156	0,167	0,120	-0,003	0,026	0,072
TALLA	0,611	1,000	0,715	0,477	-0,092	0,130	0,087	-0,153	0,176	0,163	-0,095	0,093	-0,073
PESO	0,456	0,715	1,000	0,495	-0,029	0,106	0,069	-0,116	0,106	0,094	-0,032	0,005	-0,036
P.Cr.	0,225	0,477	0,495	1,000	-0,155	0,200	0,110	0,025	0,161	0,191	-0,153	-0,054	-0,039
ESC.	0,002	-0,092	-0,029	-0,155	1,000	0,145	-0,247	-0,249	-0,441	-0,550	0,991	-0,062	0,752
R.C.	0,067	0,130	0,106	0,200	0,145	1,000	0,035	-0,067	0,574	0,534	0,122	0,056	0,145
P.C.A.	-0,003	0,087	0,069	0,110	-0,247	0,035	1,000	-0,147	0,183	0,443	-0,252	0,040	-0,194
E.C.	-0,156	-0,153	-0,116	0,025	-0,249	-0,067	-0,147	1,000	-0,263	-0,068	-0,251	-0,020	-0,151
L.V.	0,167	0,176	0,106	0,161	-0,441	0,574	0,183	-0,263	1,000	0,933	-0,459	0,034	-0,362
L.Ax.	0,120	0,163	0,094	0,191	-0,550	0,534	0,443	-0,068	0,933	1,000	-0,568	0,040	-0,437
E.R.	-0,003	-0,095	-0,032	-0,153	0,991	0,122	-0,252	-0,251	-0,459	-0,568	1,000	-0,061	0,748
F.D.C.	0,026	0,093	0,005	-0,054	-0,062	0,056	0,040	-0,020	0,034	0,040	-0,061	1,000	-0,099
P.Oc.	0,072	-0,073	-0,036	-0,039	0,752	0,145	-0,194	-0,151	-0,362	-0,437	0,748	-0,099	1,000

Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

*Tabla CXIII-3: Grupo general edad 15-18 años*

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,095	0,201	0,081	-0,117	0,034	-0,073	<b>0,212</b>	0,035	0,071	-0,114	<b>0,129</b>	-0,059
TALLA	0,095	1,000	0,590	<b>0,622</b>	<b>-0,129</b>	<b>0,323</b>	<b>0,203</b>	-0,016	<b>0,277</b>	<b>0,332</b>	-0,116	-0,021	-0,094
PESO	0,201	0,590	1,000	<b>0,559</b>	-0,045	<b>0,286</b>	0,124	0,029	<b>0,175</b>	<b>0,218</b>	-0,024	0,072	0,014
P.Cr.	0,081	<b>0,622</b>	<b>0,559</b>	1,000	-0,088	<b>0,351</b>	<b>0,195</b>	-0,055	<b>0,229</b>	<b>0,272</b>	-0,053	-0,115	-0,032
ESC.	-0,117	<b>-0,129</b>	-0,045	-0,088	1,000	<b>0,139</b>	<b>-0,264</b>	0,068	<b>-0,535</b>	<b>-0,582</b>	<b>0,986</b>	-0,227	<b>0,898</b>
R.C.	0,034	<b>0,323</b>	<b>0,286</b>	<b>0,351</b>	<b>0,139</b>	1,000	-0,041	<b>0,137</b>	<b>0,558</b>	<b>0,555</b>	<b>0,128</b>	-0,068	0,070
P.C.A.	-0,073	<b>0,203</b>	0,124	<b>0,195</b>	<b>-0,264</b>	-0,041	1,000	<b>-0,605</b>	<b>0,167</b>	<b>0,338</b>	<b>-0,276</b>	0,114	<b>-0,280</b>
E.C.	<b>0,212</b>	-0,016	0,029	-0,055	0,068	<b>0,137</b>	<b>-0,605</b>	1,000	<b>-0,172</b>	-0,076	0,083	0,033	0,081
L.V.	0,035	<b>0,277</b>	<b>0,175</b>	<b>0,229</b>	<b>-0,535</b>	<b>0,558</b>	<b>0,167</b>	<b>-0,172</b>	1,000	<b>0,952</b>	<b>-0,548</b>	0,039	<b>-0,540</b>
L.Ax.	0,071	<b>0,332</b>	<b>0,218</b>	<b>0,272</b>	<b>-0,582</b>	<b>0,555</b>	<b>0,338</b>	-0,076	<b>0,952</b>	1,000	<b>-0,594</b>	0,090	<b>-0,589</b>
E.R.	-0,114	-0,116	-0,024	-0,053	<b>0,986</b>	<b>0,128</b>	<b>-0,276</b>	0,083	<b>-0,548</b>	<b>-0,594</b>	1,000	<b>-0,229</b>	<b>0,917</b>
F.D.C.	<b>0,129</b>	-0,021	0,072	-0,115	-0,227	-0,068	0,114	0,033	0,039	0,090	<b>-0,229</b>	1,000	<b>-0,218</b>
P.Oc.	-0,059	-0,094	0,014	-0,032	<b>0,898</b>	0,070	<b>-0,280</b>	0,081	<b>-0,540</b>	<b>-0,589</b>	<b>0,917</b>	<b>-0,218</b>	1,000

*Tabla CXIV: Grupo emélope*

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,844	0,770	<b>0,515</b>	0,002	0,199	<b>-0,150</b>	0,197	0,206	0,199	0,079	0,002	-0,004
TALLA	0,844	1,000	0,860	<b>0,632</b>	0,034	0,276	-0,075	0,131	<b>0,251</b>	<b>0,257</b>	<b>0,107</b>	0,003	<b>-0,142</b>
PESO	0,770	0,860	1,000	<b>0,654</b>	-0,030	<b>0,225</b>	-0,051	0,063	<b>0,270</b>	<b>0,261</b>	<b>0,072</b>	-0,027	<b>-0,108</b>
P.Cr.	<b>0,515</b>	<b>0,632</b>	<b>0,654</b>	1,000	-0,014	<b>0,292</b>	-0,026	-0,002	<b>0,303</b>	<b>0,284</b>	0,059	0,078	-0,037
ESC.	0,002	0,034	-0,030	-0,014	1,000	<b>0,193</b>	-0,003	-0,060	0,069	0,051	-0,030	-0,044	0,060
R.C.	0,199	<b>0,276</b>	<b>0,225</b>	<b>0,292</b>	<b>0,193</b>	1,000	-0,010	0,089	<b>0,800</b>	<b>0,798</b>	<b>0,018</b>	0,013	-0,074
P.C.A.	<b>-0,150</b>	-0,075	-0,051	-0,026	-0,003	-0,010	1,000	<b>-0,366</b>	-0,027	<b>0,264</b>	0,003	<b>0,130</b>	0,041
E.C.	0,197	0,131	0,063	-0,002	-0,060	0,089	<b>-0,366</b>	1,000	<b>-0,131</b>	0,023	-0,065	<b>0,120</b>	-0,013
L.V.	0,206	<b>0,251</b>	<b>0,270</b>	<b>0,303</b>	0,069	<b>0,800</b>	-0,027	<b>-0,131</b>	1,000	<b>0,913</b>	0,050	0,021	<b>-0,171</b>
L.Ax.	0,199	<b>0,257</b>	<b>0,261</b>	<b>0,284</b>	0,050	<b>0,798</b>	<b>0,264</b>	0,023	<b>0,913</b>	1,000	0,032	0,102	<b>-0,154</b>
E.R.	<b>0,788</b>	<b>0,107</b>	<b>0,072</b>	0,059	-0,030	<b>0,018</b>	0,003	-0,065	0,050	0,032	1,000	-0,116	<b>0,089</b>
F.D.C.	0,002	0,003	-0,027	-0,078	-0,044	0,012	<b>0,130</b>	<b>0,120</b>	0,021	0,102	-0,116	1,000	-0,062
P.Oc.	-0,004	<b>-0,142</b>	<b>-0,108</b>	-0,037	0,060	-0,074	0,041	-0,013	<b>-0,171</b>	<b>-0,154</b>	0,089	-0,062	1,000

*Tabla: CXIV: Grupo emélope edad 6-10 años*

	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
EDAD	1,000	0,719	0,485	0,178	<b>-0,216</b>	0,185	0,274	0,226	<b>0,400</b>	<b>0,502</b>	0,163	-0,053	<b>-0,314</b>
TALLA	0,719	1,000	0,684	<b>0,356</b>	-0,189	0,196	0,201	<b>0,262</b>	<b>0,332</b>	<b>0,430</b>	-0,012	0,035	<b>-0,355</b>
PESO	0,485	0,684	1,000	<b>0,535</b>	<b>-0,339</b>	-0,022	0,098	0,045	<b>0,229</b>	<b>0,251</b>	0,142	-0,153	-0,173
P.Cr.	0,178	<b>0,356</b>	<b>0,535</b>	1,000	-0,020	0,046	-0,044	-0,048	<b>0,313</b>	<b>0,262</b>	-0,103	-0,141	-0,059
ESC.	<b>-0,216</b>	-0,189	<b>-0,339</b>	-0,020	1,000	0,042	-0,164	<b>-0,225</b>	0,033	-0,072	-0,011	-0,171	0,192
R.C.	0,185	0,196	-0,022	0,046	0,042	1,000	0,212	0,109	<b>0,698</b>	<b>0,737</b>	0,039	0,051	0,085
P.C.A.	0,274	0,201	0,098	-0,044	-0,164	0,212	1,000	0,018	<b>0,226</b>	<b>0,524</b>	--	0,068	-0,042
E.C.	0,226	<b>0,262</b>	0,045	-0,048	<b>-0,225</b>	0,109	0,018	1,000	<b>-0,322</b>	-0,062	--	<b>0,391</b>	-0,161
L.V.	0,400	<b>0,332</b>	<b>0,229</b>	<b>0,313</b>	0,033	<b>0,698</b>	<b>0,226</b>	<b>-0,322</b>	1,000	<b>0,921</b>	--	-0,004	-0,076
L.Ax.	0,502	<b>0,430</b>	<b>0,251</b>	<b>0,262</b>	-0,072	<b>0,737</b>	<b>0,524</b>	-0,062	<b>0,921</b>	1,000	--	0,109	-0,119
E.R.	0,163	-0,012	0,142	-0,103	-0,011	0,039	--	--	--	--	1,000	<b>-0,510</b>	-0,021
F.D.C.	-0,053	0,035	-0,153	-0,141	-0,171	0,051	0,068	<b>0,391</b>	-0,004	0,109	<b>-0,510</b>	1,000	-0,121
P.Oc.	<b>-0,314</b>	<b>-0,355</b>	-0,173	-0,059	0,192	0,085	-0,042	-0,161	-0,076	-0,119	-0,021	-0,121	1,000

Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )



Tabla CXIV-2: Grupo emélope edad 11-14 años

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,643	0,525	0,264	0,103	0,164	1,9E-4	-0,097	0,098	0,078	--	0,066	0,130
TALLA	0,643	1,000	0,768	0,386	0,077	0,198	0,040	-0,151	0,091	0,078	--	0,111	-0,046
PESO	0,525	0,768	1,000	0,422	0,004	0,155	0,077	-0,247	0,214	0,185	--	0,070	-0,139
P.Cr.	0,264	0,386	0,422	1,000	0,006	0,341	0,028	-0,013	0,180	0,182	--	-0,009	-0,036
ESC.	0,103	0,077	0,004	0,060	1,000	0,311	0,011	-0,009	0,163	0,160	--	0,114	0,217
R.C.	0,164	0,198	0,155	0,341	0,311	1,000	-0,018	-0,053	0,823	0,800	--	-0,082	0,045
P.C.A.	1,9E-4	0,040	0,077	0,028	0,011	-0,018	1,000	-0,241	0,018	0,331	--	0,231	0,011
E.C.	-0,097	-0,151	-0,247	-0,013	-0,009	-0,053	-0,241	1,000	-0,327	-0,180	--	0,042	0,211
L.V.	0,098	0,091	0,214	0,180	0,163	0,823	0,018	-0,327	1,000	0,916	--	-0,042	-0,154
L.Ax.	0,078	0,078	0,185	0,182	0,160	0,800	0,331	-0,180	0,916	1,000	--	0,042	-0,103
E.R.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1,000	--	--
F.D.C.	0,066	0,111	0,070	-0,009	0,114	-0,082	0,231	0,042	-0,042	0,042	--	1,000	-0,156
P.Oc.	0,130	-0,046	-0,139	-0,036	0,217	0,045	0,011	0,211	-0,154	-0,103	--	-0,156	1,000

TablaCXIV-3: Grupo emélope edad 15-18 años

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	-0,018	0,101	0,027	-0,098	-0,014	-0,002	0,105	-0,012	0,021	-0,207	0,349	0,275
TALLA	-0,018	1,000	0,508	0,648	-0,053	0,174	0,162	-0,014	0,149	0,228	0,092	0,086	0,087
PESO	0,101	0,508	1,000	0,572	-0,135	0,206	0,184	-0,010	0,196	0,275	-0,066	0,034	0,078
P.Cr.	0,027	0,648	0,572	1,000	-0,238	0,249	0,204	-0,270	0,348	0,345	0,061	-0,009	0,150
ESC.	-0,098	-0,053	-0,135	-0,238	1,000	0,119	0,057	-0,015	-0,129	-0,088	-0,065	0,032	-0,183
R.C.	-0,014	0,174	0,206	0,249	0,119	1,000	-0,072	0,214	0,815	0,839	-0,009	0,238	-0,104
P.C.A.	-0,002	0,162	0,184	0,204	0,057	-0,072	1,000	-0,583	-0,170	0,126	0,032	0,017	0,289
E.C.	0,105	-0,014	-0,010	-0,270	-0,015	0,214	-0,583	1,000	0,059	0,149	-0,121	0,115	-0,172
L.V.	-0,012	0,149	0,196	0,348	-0,129	0,815	-0,170	0,059	1,000	0,903	0,091	0,204	-0,025
L.Ax.	0,021	0,228	0,275	0,345	-0,088	0,839	0,126	0,149	0,903	1,000	0,056	0,253	0,058
E.R.	-0,207	0,092	-0,066	0,061	-0,065	-0,009	0,032	-0,121	0,091	0,056	1,000	0,002	0,026
F.D.C.	0,348	0,086	0,034	-0,009	0,032	0,238	0,017	0,115	0,204	0,253	0,002	1,000	0,090
P.Oc.	0,275	0,087	0,078	0,150	-0,183	-0,104	0,289	-0,172	-0,025	0,058	0,026	0,090	1,000

Tabla CXV: Grupo hipermetrópe

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,897	0,789	0,528	-0,045	0,211	-0,095	-0,009	0,294	0,251	-0,046	-0,322	-0,020
TALLA	0,897	1,000	0,873	0,644	-0,052	0,292	-0,007	-0,079	0,349	0,315	-0,053	-3E-4	-0,042
PESO	0,789	0,873	1,000	0,677	-0,020	0,252	-0,017	-0,034	0,261	0,237	-0,026	-0,039	0,005
P.Cr.	0,528	0,644	0,677	1,000	-0,070	0,305	0,007	0,018	0,294	0,289	-0,073	-0,055	0,017
ESC.	-0,045	-0,052	-0,020	-0,070	1,000	0,130	-0,224	-0,112	-0,372	-0,456	0,999	-0,051	0,758
R.C.	0,211	0,291	0,252	0,305	0,130	1,000	0,050	-0,007	0,641	0,629	0,130	0,044	0,138
P.C.A.	-0,095	-0,007	-0,017	0,007	-0,224	0,050	1,000	-0,338	0,149	0,367	-0,224	0,086	-0,228
E.C.	-0,009	-0,079	-0,034	0,018	-0,112	-0,007	-0,338	1,000	-0,249	-0,097	-0,112	-0,064	-0,020
L.V.	0,294	0,349	0,261	0,294	-0,372	0,641	0,149	-0,249	1,000	0,945	-0,372	0,039	-0,295
L.Ax.	0,251	0,315	0,236	0,289	-0,456	0,629	0,367	-0,097	0,945	1,000	-0,456	0,049	-0,360
E.R.	-0,046	-0,053	-0,026	-0,073	0,999	0,130	-0,224	-0,112	-0,372	-0,456	1,000	-0,049	0,758
F.D.C.	-0,322	-3E-4	-0,039	-0,055	-0,051	0,044	0,086	-0,064	0,039	0,049	-0,049	1,000	-0,064
P.Oc.	-0,020	-0,042	0,005	0,017	0,758	0,138	-0,228	-0,020	-0,295	-0,360	0,758	-0,064	1,000

Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )

*Tabla CXV-1: Grupo hipermetrope edad 6-10 años*

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,739	0,507	0,304	-0,316	0,037	0,114	-0,016	0,291	0,315	-0,316	-0,042	-0,399
TALLA	0,739	1,000	0,800	0,568	-0,230	0,243	0,100	-0,064	0,450	0,457	-0,230	-0,029	-0,292
PESO	0,507	0,800	1,000	0,603	-0,116	0,169	0,003	-0,056	0,313	0,295	-0,116	-0,055	-0,176
P.Cr.	0,304	0,568	0,603	1,000	-0,071	0,226	0,004	-0,058	0,333	0,314	-0,071	0,023	-0,113
ESC.	-0,316	-0,230	-0,116	-0,071	1,000	0,211	-0,300	0,052	-0,315	-0,384	0,998	0,037	0,935
R.C.	0,037	0,243	0,169	0,226	0,211	1,000	-0,069	-0,021	0,698	0,660	0,211	0,015	0,191
P.C.A.	0,114	0,100	0,003	0,004	-0,300	-0,069	1,000	-0,296	0,088	0,306	-0,300	0,099	-0,285
E.C.	-0,016	-0,064	-0,056	-0,058	0,052	-0,021	-0,296	1,000	-0,243	-0,111	0,052	-0,083	0,060
L.V.	0,291	0,450	0,313	0,333	-0,315	0,698	0,088	-0,243	1,000	0,954	-0,315	0,051	-0,319
L.Ax.	0,315	0,457	0,295	0,314	-0,384	0,660	0,306	-0,111	0,954	1,000	-0,384	0,062	-0,381
E.R.	-0,316	-0,230	-0,116	-0,071	0,998	0,211	-0,300	0,052	-0,315	-0,384	1,000	0,037	0,935
F.D.C.	-0,042	-0,029	-0,055	0,023	0,037	0,015	0,099	-0,083	0,051	0,062	0,037	1,000	0,077
P.Oc.	-0,399	-0,292	-0,176	-0,113	0,935	0,191	-0,285	0,060	-0,319	-0,381	0,935	0,077	1,000

*Tabla CXV-2: Grupo hipermetrope edad 11-14 años*

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,594	0,418	0,211	0,102	-0,041	-0,009	-0,182	0,089	0,035	0,102	0,055	0,187
TALLA	0,594	1,000	0,700	0,481	0,009	0,059	0,098	-0,169	0,036	0,029	0,009	0,122	0,058
PESO	0,418	0,700	1,000	0,527	-0,038	0,081	0,137	-0,076	0,041	0,061	-0,038	-0,005	0,020
P.Cr.	0,211	0,481	0,527	1,000	-0,166	0,165	0,131	0,036	0,117	0,160	-0,165	-0,068	0,071
ESC.	0,102	0,009	-0,038	-0,166	1,000	0,063	-0,183	-0,363	-0,369	-0,490	0,999	-0,079	0,601
R.C.	-0,041	0,059	0,081	0,165	0,063	1,000	0,164	-0,006	0,600	0,599	0,063	0,142	0,113
P.C.A.	-0,009	0,098	0,137	0,131	-0,183	0,164	1,000	-0,130	0,206	0,469	-0,183	0,027	-0,121
E.C.	-0,182	-0,169	-0,076	0,036	-0,363	-0,006	-0,130	1,000	-0,237	-0,015	-0,363	-0,036	-0,225
L.V.	0,089	0,036	0,041	0,117	-0,369	0,600	0,206	-0,237	1,000	0,926	-0,369	0,086	-0,216
L.Ax.	0,035	0,029	0,061	0,160	-0,490	0,599	0,469	-0,015	0,926	1,000	-0,490	0,080	-0,294
E.R.	0,102	0,009	-0,038	-0,165	0,999	0,063	-0,183	-0,363	-0,369	-0,490	1,000	-0,079	0,601
F.D.C.	0,055	0,122	-0,005	-0,068	-0,079	0,142	0,027	-0,036	0,086	0,080	-0,079	1,000	-0,084
P.Oc.	0,187	0,058	0,020	0,071	0,601	0,113	-0,121	-0,225	-0,216	-0,294	0,601	-0,084	1,000

*Tabla CXV-3: Grupo hipermetrope edad 15-18 años*

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,332	0,347	0,176	-0,144	0,220	-0,072	0,150	0,174	0,191	-0,149	-0,038	-0,126
TALLA	0,332	1,000	0,688	0,580	-0,043	0,470	0,235	-0,030	0,296	0,358	-0,035	-0,169	-0,039
PESO	0,347	0,688	1,000	0,567	0,086	0,288	0,179	-0,045	0,051	0,097	0,088	-0,039	0,106
P.Cr.	0,176	0,580	0,567	1,000	0,087	0,513	0,156	0,034	0,174	0,232	0,095	-0,231	0,068
ESC.	-0,144	-0,043	0,086	0,087	1,000	0,161	-0,209	0,184	-0,595	-0,587	0,999	-0,194	0,912
R.C.	0,220	0,470	0,288	0,513	0,161	1,000	-0,209	0,095	0,466	0,512	0,161	-0,353	0,117
P.C.A.	-0,072	0,235	0,179	0,156	-0,209	0,100	1,000	-0,663	0,241	0,370	-0,209	0,275	-0,333
E.C.	0,150	-0,030	-0,045	0,034	0,184	0,095	-0,663	1,000	-0,266	-0,168	0,184	-0,089	0,219
L.V.	0,174	0,296	0,051	0,174	-0,595	0,466	0,241	-0,266	1,000	0,961	-0,595	-0,184	-0,547
L.Ax.	0,191	0,358	0,097	0,232	-0,587	0,512	0,370	-0,168	0,961	1,000	-0,587	-0,547	-0,573
E.R.	-0,149	-0,035	0,088	0,095	0,999	0,161	-0,209	0,184	-0,595	-0,587	1,000	-0,206	0,910
F.D.C.	-0,038	-0,169	-0,039	-0,231	-0,194	-0,353	0,275	-0,089	-0,184	-0,105	-0,206	1,000	-0,269
P.Oc.	-0,126	-0,039	0,106	0,068	0,912	0,117	-0,333	0,219	-0,547	-0,573	0,910	-0,269	1,000

*Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )*



Tabla CXVI: Grupo miope

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,850	0,805	0,635	0,005	0,268	-0,124	0,219	0,220	0,225	0,023	-0,034	-0,187
TALLA	0,850	1,000	0,857	0,763	-0,038	0,371	-0,013	0,081	0,345	0,350	-0,034	-0,005	-0,272
PESO	0,805	0,857	1,000	0,746	0,041	0,315	-0,176	0,172	0,214	0,193	0,061	0,026	-0,142
P.Cr.	0,635	0,763	0,746	1,000	0,010	0,328	0,046	0,124	0,191	0,221	0,043	0,070	-0,143
ESC.	0,004	-0,038	0,041	0,010	1,000	-0,140	0,016	-0,036	-0,562	-0,585	0,982	0,031	0,754
R.C.	0,268	0,371	0,315	0,328	-0,140	1,000	-0,054	0,024	0,687	0,692	-0,131	-0,006	-0,194
P.C.A.	-0,124	-0,013	-0,176	0,046	0,016	-0,053	1,000	-0,369	0,017	0,220	-0,031	-0,127	-0,051
E.C.	0,219	0,081	0,172	0,124	-0,036	0,024	-0,369	1,000	-0,299	-0,176	-0,007	0,012	0,015
L.V.	0,220	0,345	0,214	0,191	-0,562	0,687	0,017	-0,299	1,000	0,949	-0,589	-0,032	-0,548
L.Ax.	0,225	0,350	0,193	0,221	-0,585	0,692	0,220	-0,176	0,949	1,000	-0,618	-0,067	-0,576
E.R.	0,023	-0,034	0,061	0,043	0,982	-0,131	-0,031	-0,007	-0,589	-0,618	1,000	0,042	0,764
F.D.C.	-0,034	-0,005	0,025	0,070	0,031	-0,006	-0,127	0,012	-0,032	-0,067	0,042	1,000	-0,048
P.Oc.	-0,187	-0,272	-0,142	-0,143	0,754	-0,194	-0,051	0,015	-0,548	-0,576	0,764	-0,048	1,000

Tabla CXVI-1: Grupo miope edad 6-10 años

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,677	0,517	0,386	-0,086	-0,057	0,042	0,189	0,007	0,029	-0,118	0,185	-0,079
TALLA	0,677	1,000	0,844	0,538	-0,090	0,050	0,219	0,021	0,135	0,151	-0,134	0,182	-0,047
PESO	0,517	0,844	1,000	0,644	0,013	-0,019	0,183	-0,155	0,051	0,017	-0,007	0,238	-0,043
P.Cr.	0,386	0,538	0,644	1,000	-0,002	0,027	0,332	-0,100	0,102	0,120	0,015	0,404	-0,029
ESC.	-0,086	-0,090	0,013	-0,002	1,000	0,093	-0,014	0,006	-0,691	-0,698	0,990	0,019	0,941
R.C.	-0,057	0,050	-0,019	0,027	0,093	1,000	0,243	0,043	0,450	0,514	0,063	0,032	0,067
P.C.A.	0,042	0,219	0,183	0,332	-0,014	0,243	1,000	-0,154	0,063	0,297	-0,012	-0,081	-0,012
E.C.	0,189	0,021	-0,155	-0,100	0,006	0,043	-0,154	1,000	-0,259	-0,088	0,020	0,016	-0,075
L.V.	0,007	0,135	0,051	0,102	-0,691	0,450	0,063	-0,259	1,000	0,926	-0,731	0,080	-0,701
L.Ax.	0,029	0,151	0,017	0,120	-0,698	0,514	0,297	-0,088	0,926	1,000	-0,701	0,054	-0,722
E.R.	-0,118	-0,134	-0,007	0,015	0,990	0,063	-0,012	0,020	-0,731	-0,701	1,000	0,018	0,934
F.D.C.	0,185	0,182	0,238	0,404	0,018	0,032	-0,081	0,016	0,080	0,054	0,018	1,000	-0,171
P.Oc.	-0,079	-0,047	0,043	-0,029	0,941	0,067	-0,012	-0,075	-0,701	-0,722	0,934	-0,171	1,000

Tabla CXVI-2: Grupo miope edad 11-14 años

	EDAD	TALLA	PESO	P.Cr.	ESC.	R.C.	P.C.A.	E.C.	L.V.	L.Ax.	E.R.	F.D.C.	P.Oc.
EDAD	1,000	0,612	0,484	0,188	-0,229	0,431	-0,028	-0,267	0,469	0,432	-0,243	-0,133	-0,167
TALLA	0,612	1,000	0,714	0,588	-0,198	0,486	-0,044	-0,263	0,515	0,486	-0,204	-0,058	-0,250
PESO	0,484	0,714	1,000	0,518	-0,046	0,164	-0,198	-0,161	0,187	0,118	-0,054	-0,021	-0,227
P.Cr.	0,188	0,588	0,518	1,000	-0,009	0,328	0,057	-0,051	0,161	0,179	0,012	-0,098	-0,073
ESC.	-0,229	-0,198	-0,046	-0,009	1,000	-0,371	0,095	-0,075	-0,582	-0,612	0,979	0,137	0,761
R.C.	0,431	0,486	0,164	0,328	-0,371	1,000	-0,058	-0,303	0,803	0,780	-0,353	-0,137	-0,283
P.C.A.	-0,028	-0,044	-0,198	0,057	0,095	-0,058	1,000	-0,196	-0,054	0,174	0,057	-0,239	0,113
E.C.	-0,267	-0,263	-0,161	-0,051	-0,075	-0,303	-0,196	1,000	-0,467	-0,350	-0,070	0,007	0,101
L.V.	0,469	0,515	0,187	0,161	-0,582	0,803	-0,054	-0,467	1,000	0,957	-0,605	-0,172	-0,491
L.Ax.	0,432	0,486	0,118	0,179	-0,612	0,780	0,174	-0,350	0,957	1,000	-0,648	-0,240	-0,486
E.R.	-0,243	-0,204	-0,054	0,012	0,979	-0,353	0,057	-0,070	-0,605	-0,648	1,000	0,146	0,759
F.D.C.	-0,133	-0,058	-0,021	-0,098	0,137	-0,137	-0,239	0,007	-0,172	-0,240	0,146	1,000	0,023
P.Oc.	-0,167	-0,250	-0,227	-0,073	0,761	-0,283	0,113	0,101	-0,491	-0,486	0,759	0,023	1,000

Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )

*Tabla CXVI-3: Grupo miope edad 15-18 años*

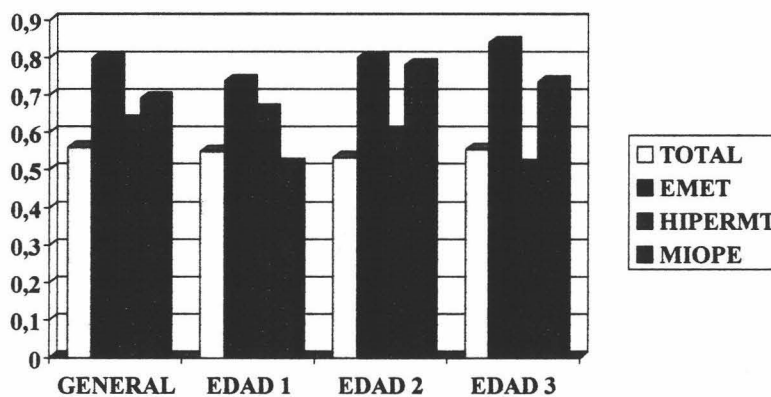
	<i>EDAD</i>	<i>TALLA</i>	<i>PESO</i>	<i>P.Cr.</i>	<i>ESC.</i>	<i>R.C.</i>	<i>P.C.A.</i>	<i>E.C.</i>	<i>L.V.</i>	<i>L.Ax.</i>	<i>E.R.</i>	<i>F.D.C.</i>	<i>P.Oc.</i>
<i>EDAD</i>	<b>1,000</b>	-0,159	0,126	-0,010	-0,112	-0,142	-0,251	<b>0,486</b>	-0,153	-0,072	-0,074	0,119	-0,014
<i>TALLA</i>	-0,159	<b>1,000</b>	<b>0,520</b>	<b>0,635</b>	-0,244	<b>0,351</b>	0,088	0,035	0,263	<b>0,301</b>	-0,112	0,121	-0,119
<i>PESO</i>	0,126	<b>0,520</b>	<b>1,000</b>	<b>0,509</b>	0,042	<b>0,339</b>	-0,214	<b>0,277</b>	0,125	0,145	0,087	<b>0,360</b>	0,180
<i>P.Cr.</i>	-0,010	<b>0,635</b>	<b>0,509</b>	<b>1,000</b>	-0,168	0,264	0,122	0,141	0,024	0,112	-0,115	-0,069	-0,034
<i>ESC.</i>	-0,112	-0,244	0,042	-0,168	<b>1,000</b>	-0,265	-0,080	-0,080	<b>-0,440</b>	<b>-0,488</b>	<b>0,973</b>	<b>-0,289</b>	<b>0,746</b>
<i>R.C.</i>	-0,142	<b>0,351</b>	<b>0,339</b>	0,264	-0,265	<b>1,000</b>	-0,166	0,193	<b>0,735</b>	<b>0,735</b>	-0,236	0,325	<b>-0,308</b>
<i>P.C.A.</i>	-0,251	0,088	-0,214	0,122	-0,080	-0,166	<b>1,000</b>	<b>-0,613</b>	0,154	<b>0,278</b>	-0,174	-0,252	-0,149
<i>E.C.</i>	<b>0,486</b>	0,035	<b>0,277</b>	0,141	-0,080	0,193	<b>-0,613</b>	<b>1,000</b>	-0,244	-0,111	-0,015	0,160	-0,065
<i>L.V.</i>	-0,153	0,263	0,125	0,024	<b>-0,440</b>	<b>0,735</b>	0,154	-0,244	<b>1,000</b>	<b>0,957</b>	<b>-0,485</b>	0,240	<b>-0,538</b>
<i>L.Ax.</i>	-0,072	<b>0,301</b>	0,145	0,112	<b>-0,488</b>	<b>0,735</b>	<b>0,278</b>	-0,111	<b>0,957</b>	<b>1,000</b>	<b>-0,542</b>	0,205	<b>-0,602</b>
<i>E.R.</i>	-0,074	-0,212	0,087	-0,115	<b>0,973</b>	-0,236	-0,174	-0,015	<b>-0,485</b>	<b>-0,542</b>	<b>1,000</b>	-0,220	<b>0,774</b>
<i>F.D.C.</i>	0,119	0,121	<b>0,360</b>	-0,069	<b>-0,289</b>	<b>0,325</b>	-0,252	0,160	0,240	0,205	-0,220	<b>1,000</b>	-0,032
<i>P.Oc.</i>	-0,014	-0,119	0,180	-0,034	<b>0,746</b>	<b>-0,308</b>	-0,149	-0,065	<b>-0,538</b>	<b>-0,602</b>	<b>0,774</b>	-0,032	<b>1,000</b>

*Matrices de correlación lineal entre las variables estudiadas (en negrita se indican los valores significativos a un nivel de significación de  $p < 0,05$ )*

Llegados a éste punto, intentaremos establecer el grado de asociación lineal entre todas las variables biométricas medidas directa e indirectamente y estudiar cuando dichas asociaciones menguan o se intensifican en uno u otro sentido en las diferentes edades en las que se ha considerado dividida la muestra. Todo ello, lo realizaremos para el grupo general (sin tener en cuenta estado refractivo) y para cada uno de los grupos refractivos. Las *tablas CXIII, CXIV, CXV y CXVI* muestran las matrices de correlación lineal para tales variables. La lectura de dichas matrices revela las siguientes interdependencias:

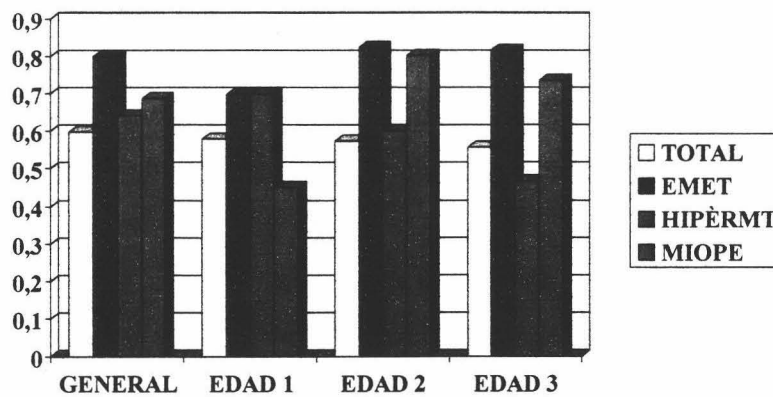
1.- Una asociación lineal directa alta entre el radio corneal y la longitud axial para todos los grupos refractivos, correspondiendo el máximo valor de correlación lineal para el grupo emétrope ( $r=0,798$ ), seguido del miope ( $r=0,692$ ) y del hipermetrope ( $r=0,629$ ).

Si estudiamos la evolución de tal asociación según categorías de edad y estado refractivo (*gráfica 41*), observamos que para el grupo emétrope existe un aumento en el valor de la dependencia lineal entre radio corneal y longitud axial desde el grupo de edad 1 al grupo de edad 3, y por tanto aumenta la explicación de la variabilidad de cualquiera de las dos variables mediante la otra. Para el grupo hipermetrope, ocurre lo contrario, es decir, existe una disminución en la interdependencia de las variables anteriores desde el grupo de edad 1 al grupo de edad 3. En el grupo miope, tal valor aumenta desde el grupo de edad 1 al grupo de edad 2, manteniéndose constante a partir de los 14 años.



**Gráfica 41:** Comportamiento de la asociación lineal entre radio corneal y longitud axial

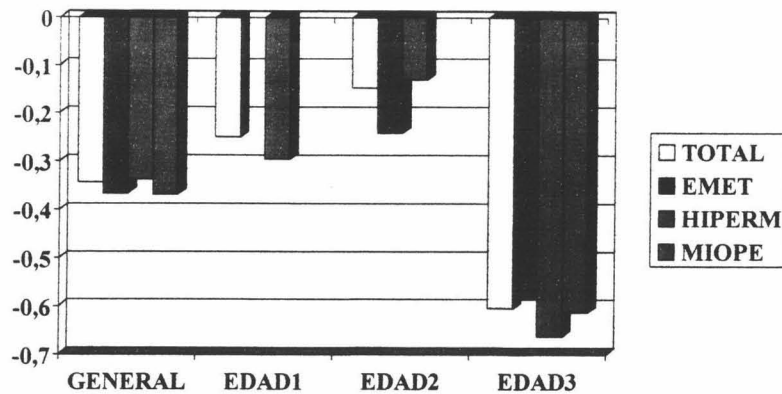
La asociación lineal entre radio corneal y longitud vítrea toman valores muy parecidos a los que se obtienen entre radio corneal y longitud axial (*gráfica 42*).



**Gráfica 42:** Comportamiento de la asociación lineal entre radio corneal y longitud vítrea

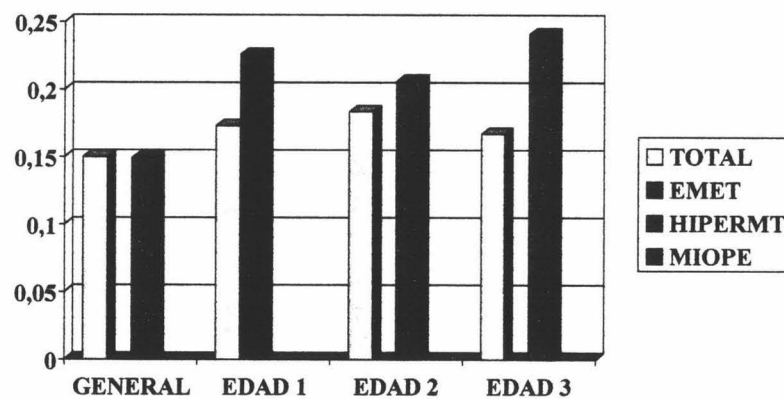
2.- El radio corneal no presenta correlación significativa con la profundidad de la cámara anterior (PCA) y espesor del cristalino (EC) en ningún grupo refractivo ni en el grupo general. Solamente se observan correlaciones significativas entre radio corneal y espesor del cristalino en el grupo emétrope a la edad de 15-18 años ( $r=0,214$ ) (*tabla CXIV-3*) y en el grupo miope a la edad de 11-14 años ( $r=-0,303$ ) (*tabla CXVI-2*). El grupo hipermetrope, a ninguna edad presenta tal significación, aunque a la edad de 11-14 años existe correlación significativa, aunque baja, entre el radio corneal y PCA ( $r=0,164$ ) (*tabla CXV-2*).

3.- Una asociación lineal inversa entre el espesor del cristalino y la profundidad de la cámara anterior (en torno a  $r=-0,350$ ), para todos los grupos refractivos sin tener en cuenta los grupos de edad (*gráfica 43*). Ahora bien, si analizamos esta asociación por categorías de edad en cada grupo refractivo, observamos que en los grupos de edad 1 y grupo de edad 2 no existe correlación entre ambas, o si existe es muy pobre, aunque sí es de destacar que la interdependencia entre estas variables alcanza un valor relativamente alto (aproximadamente  $r=-0,620$ ) a la edad de 15-18 años en todos los grupos refractivos (*tablas CXIII-3, CXIV-3, CXV-3, CXVI-3*).



**Gráfica 43:** Comportamiento de la asociación lineal entre profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino

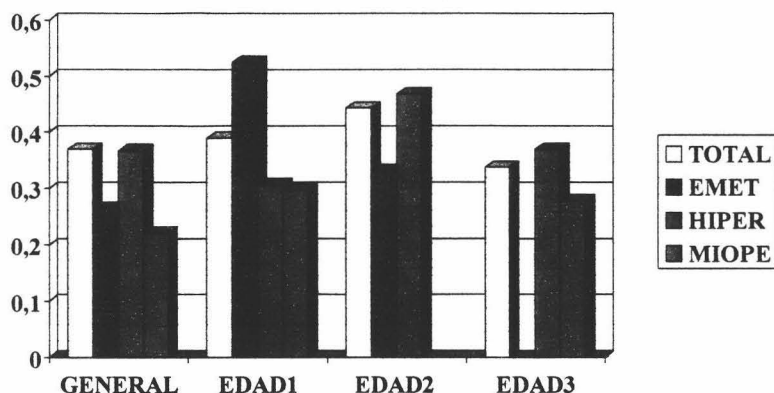
4.- La interdependencia entre profundidad de cámara anterior y longitud vítrea, no existe apenas en ningún grupo refractivo, ni por edades. Sólo el grupo hipermetrope parece tener un cierto grado de dependencia, aunque es de escaso valor ( $r=0,149$ ) (gráfica 44).



**Gráfica 44:** Comportamiento de la asociación lineal entre profundidad de cámara anterior y longitud vítrea

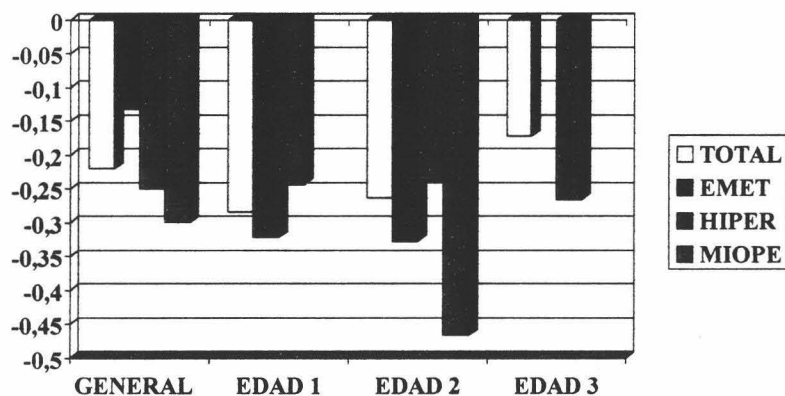
5.- La profundidad de la cámara anterior y la longitud axial presentan un escaso grado de dependencia lineal (gráfica 45), siendo el grupo hipermetrope el que presenta mayor valor de correlación ( $r=0,367$ ) de todos los grupos refractivos. Por edades en este

grupo, la asociación entre ambas variables sufre un aumento a la edad de 11-14 años, justo cuando la dependencia lineal entre profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino sufre una disminución relativamente importante (gráfica 43).



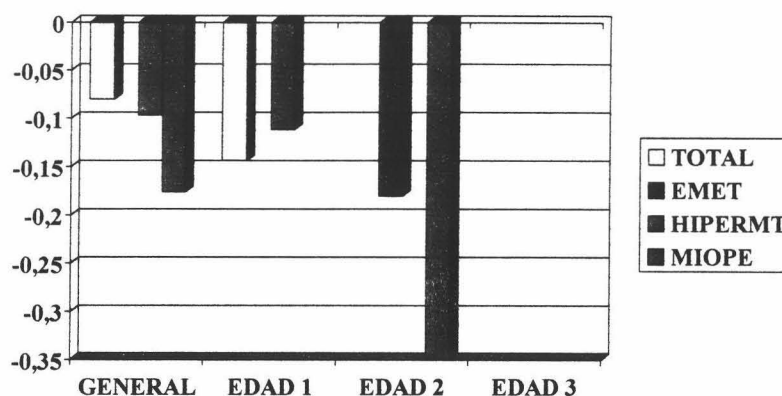
**Gráfica 45:** Comportamiento de la asociación lineal entre profundidad de cámara anterior y longitud axial

En el grupo emétopo la asociación PCA- Longitud axial disminuye desde el grupo de edad 1 al grupo de edad 2, y desaparece a la edad 3 (gráfica 45). Esto se corresponde con un comportamiento inverso entre PCA-EC en los mismos grupos de edad (gráfica 43).

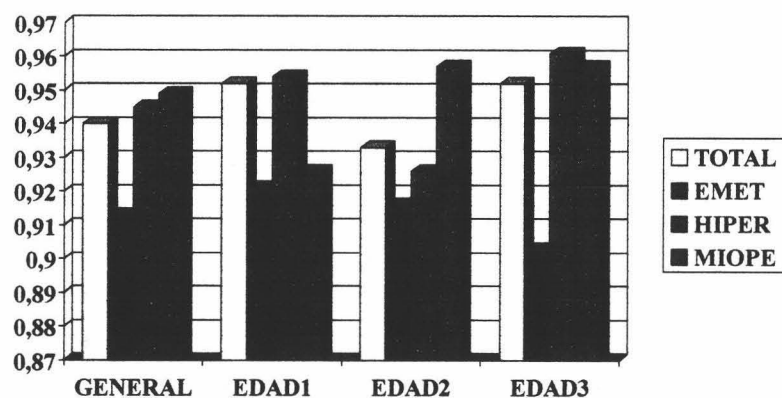


**Gráfica 46:** Comportamiento de la asociación lineal entre espesor del cristalino y longitud vítrea

En el grupo miope no se pueden deducir comportamientos relacionados entre dichos valores de asociación, aunque la no-correlación existente entre la PCA y longitud axial a la edad 2 (*gráfica 45*), coincide con una asociación relativamente alta e inversa entre espesor del cristalino y longitud vítea (*gráfica 46*) o entre espesor del cristalino y longitud axial (*gráfica 47*).



*Gráfica 47: Comportamiento de la asociación lineal entre espesor del cristalino y longitud axial*



*Gráfica 48: Comportamiento de la asociación lineal entre longitud vítea y longitud axial*

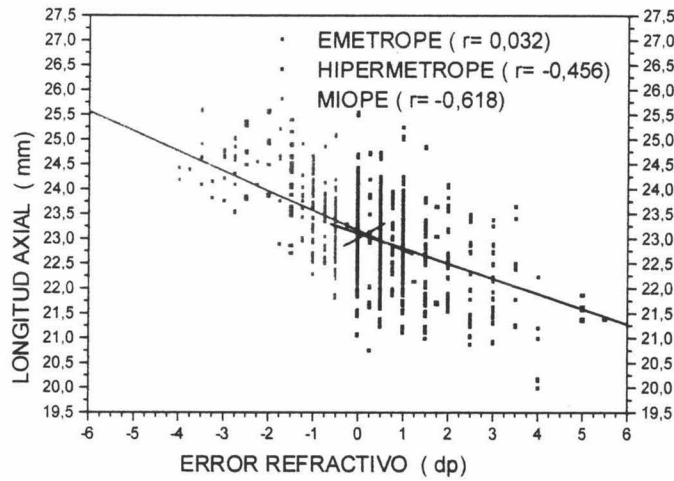
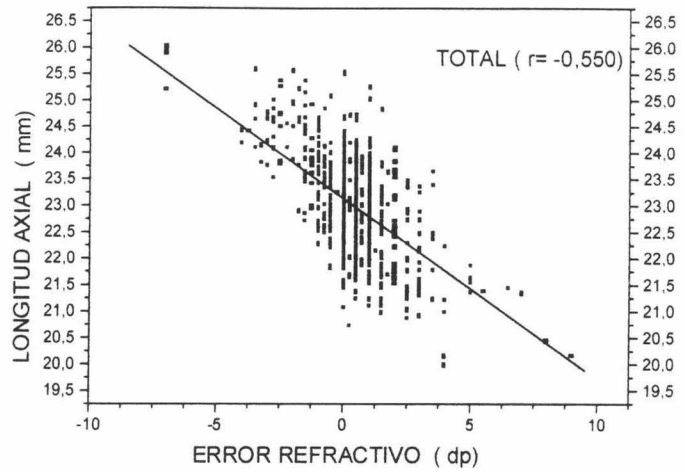
6.- La variable biométrica de mayor correlación lineal con la longitud axial es la longitud vítea ( $r$  adquiere un valor entre 0,90 y 0,95 para todos los grupos refractivos) (*gráfica 48*). En el grupo emétrepe tal asociación disminuye conforme se estudia la evolución desde un grupo de edad a otro sucesivo. En el grupo hipermetrópepe existe una



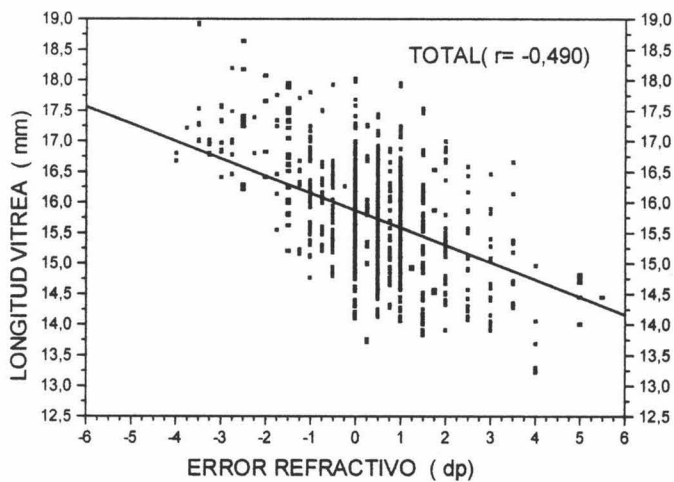
leve disminución a la edad intermedia, y en el grupo miope existe un aumento de dicho valor.

7.- La longitud axial es la variable que presenta el máximo valor de correlación lineal con la variable error refractivo en el grupo general y en los diferentes grupos refractivos (*gráficas 49, 50*). La variable longitud vítrea tiene un comportamiento similar a la anterior (*gráficas 51 y 52*). Ambas explican respectivamente el 30,30% y 24,02% de la variabilidad del error refractivo. Cualquier otra variable proporciona una explicación menor debido a su baja correlación con el error refractivo (*gráficas 53, 54, 55, 56, 57 y 58*).

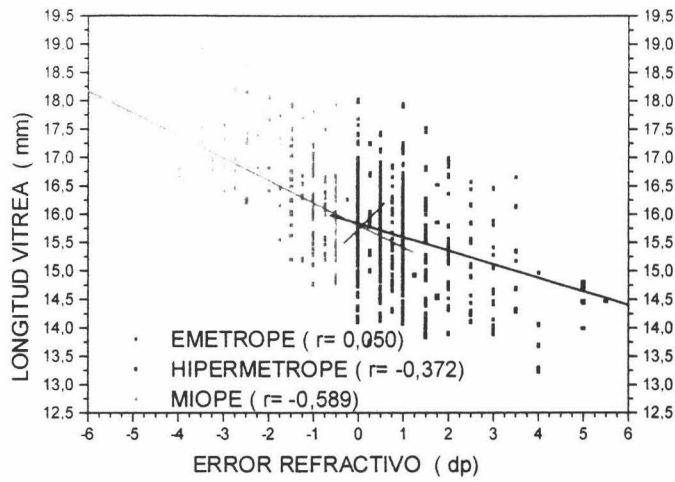
**Gráfica 49:** *Correlación lineal longitud axial versus error refractivo en la muestra general.*



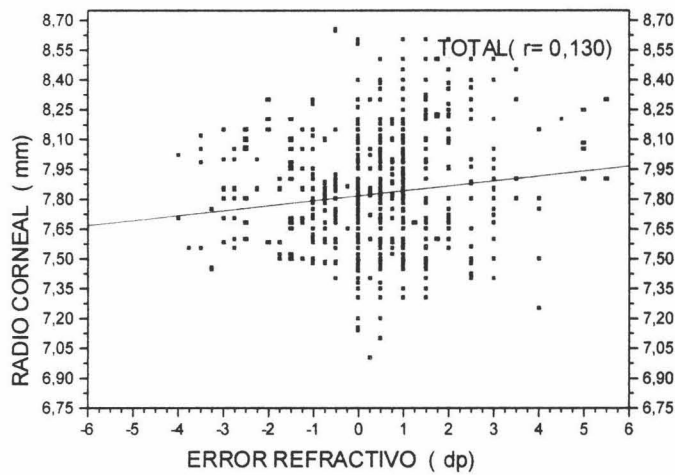
**Gráfica 50:** *Correlación lineal longitud axial versus error refractivo en los diferentes grupos refractivos*



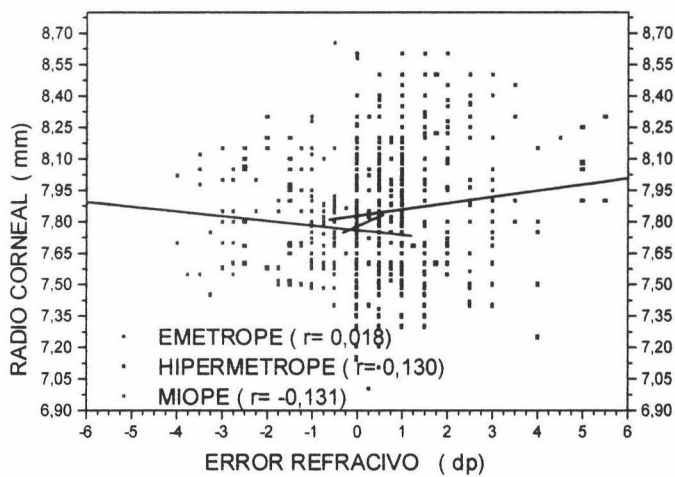
**Gráfica 51:** *Correlación lineal longitud vítrea versus error refractivo en la muestra general*



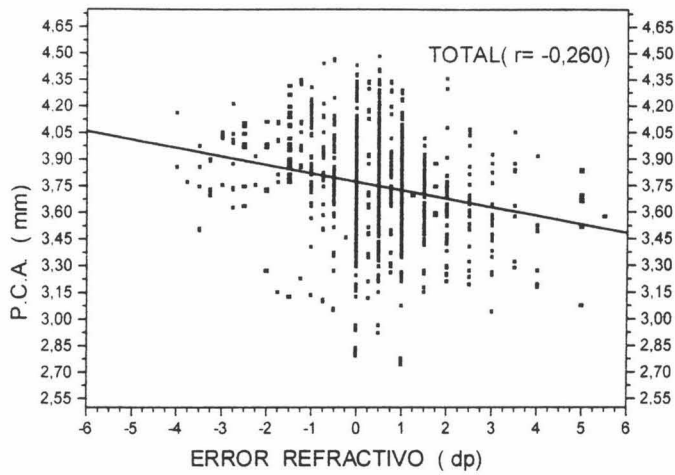
**Gráfica 52:** Correlación lineal longitud vítea versus error refractivo en los diferentes grupos refractivos.



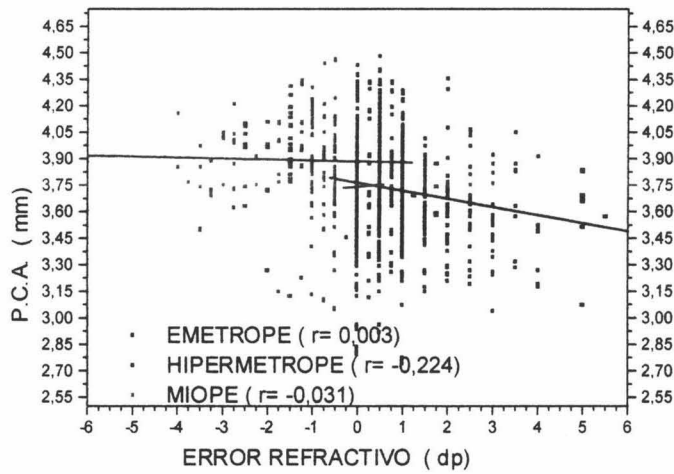
**Gráfica 53:** Correlación lineal radio corneal versus error refractivo en la muestra general.



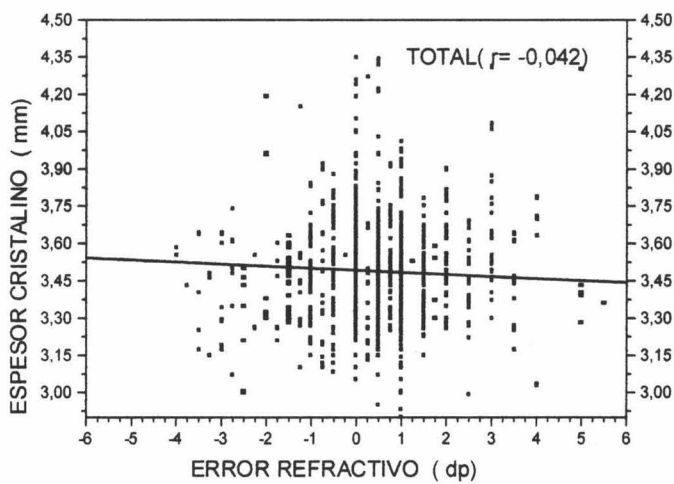
**Gráfica 54:** Correlación lineal radio corneal versus error refractivo en los diferentes grupos refractivos



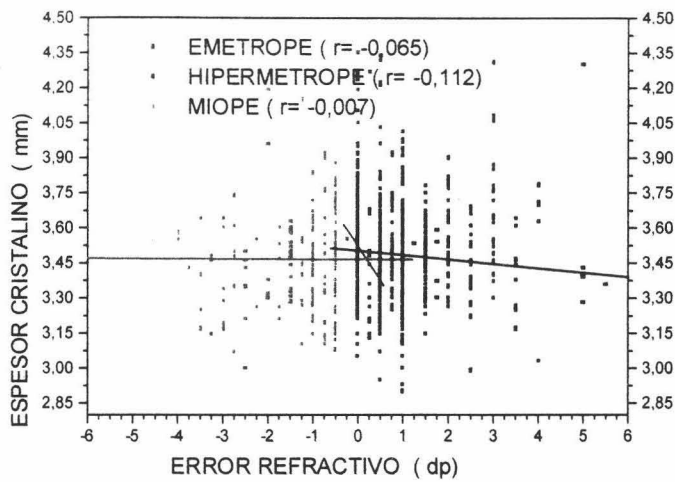
**Gráfica 55 :** Correlación lineal PCA versus error refractivo en la muestra general.



**Gráfica 56:** Correlación lineal PCA versus error refractivo en los diferentes grupos refractivos

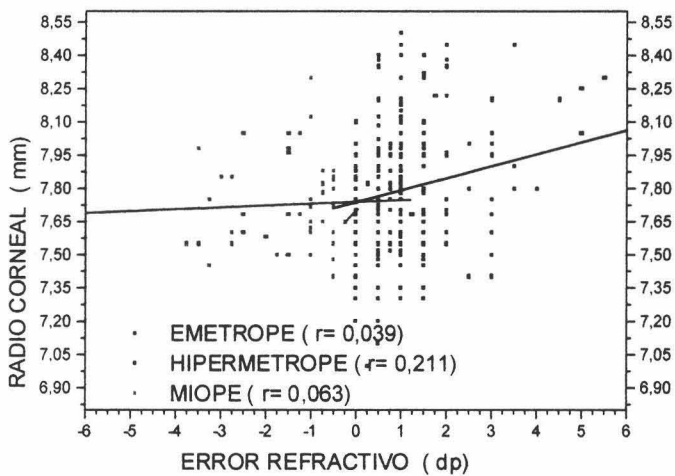


**Gráfica 57:** Correlación lineal espesor de cristalino versus error refractivo en la muestra general



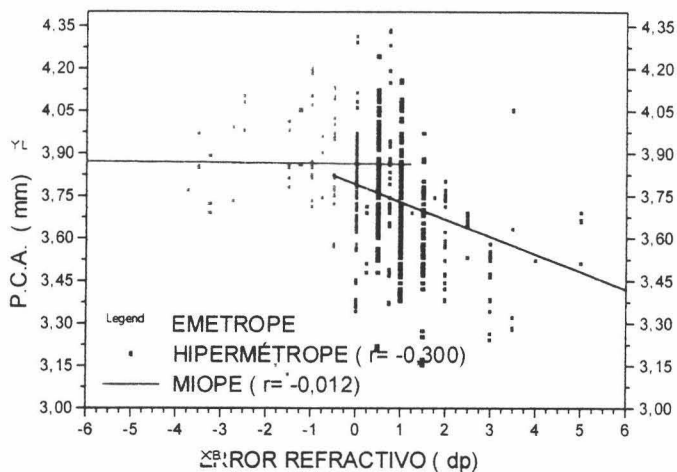
**Gráfica 58:** Correlación lineal espesor de cristalino versus error refractivo en los diferentes grupos refractivos

Si analizamos las correlaciones lineales de las variables biométricas con el error refractivo en las diferentes categorías de edad establecidas, observamos que en el grupo hipermetrope a la edad de 6-10 años las variables que presentan correlación significativa con el error refractivo son radio corneal, PCA, longitud vítrea y longitud axial. En el grupo miope a esta misma edad, sólo las presentan la longitud vítrea y la longitud axial, aunque con valores mucho más altos que en el anterior grupo (*gráficas 59, 60, 61, 62 y 63*).

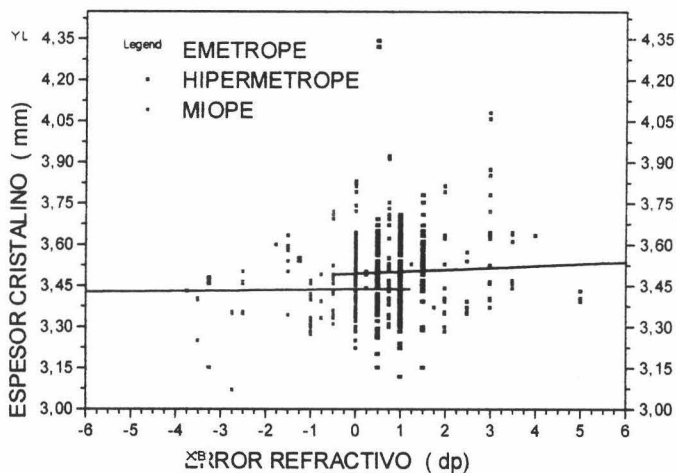


**Gráfica 59:** Correlación lineal radio corneal versus error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años.

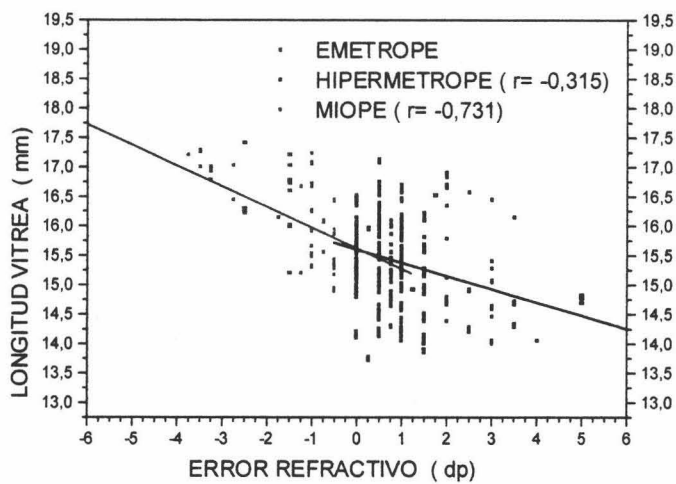
**Gráfica 60:** Correlación lineal PCA versus error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años.

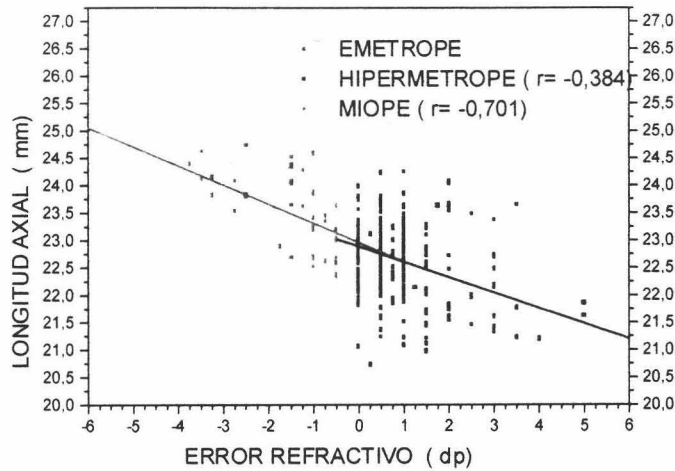


**Gráfica 61:** Correlación lineal espesor de cristalino versus error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años.



**Gráfica 62:** Correlación lineal longitud vítrea versus error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años





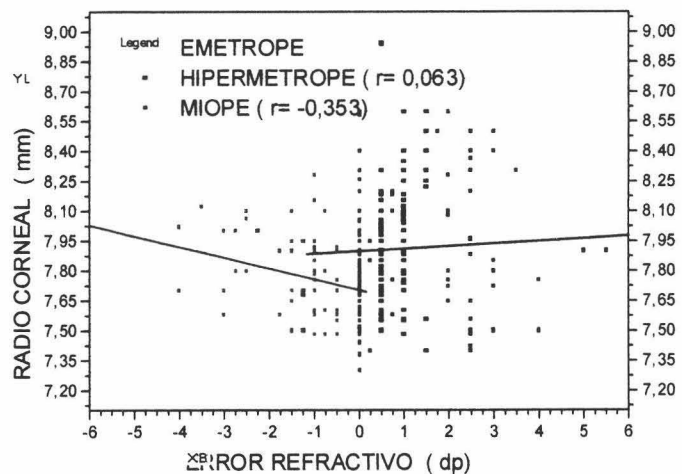
**Gráfica 63:** Correlación lineal longitud axial versus error refractivo en la categoría de edad de 6-10 años.

En la edad comprendida entre 11-14 años, en el grupo hipermetrope las variables que presentan asociación significativa con el error refractivo son PCA, EC, longitud vítrea y longitud axial, mientras que en el grupo miope tales correlaciones las presentan radio corneal, longitud vítrea y longitud axial (gráficas 64, 65, 66, 67 y 68).

En el intervalo de edad de 15-18 años, en el grupo hipermetrope se correlacionan significativamente con el error refractivo la PCA, la longitud vítrea y la longitud axial. En el grupo miope son longitud vítrea y longitud axial, aunque tales valores de correlación son menores que en el grupo hipermetrope (gráficas 69, 70, 71, 72 y 73).

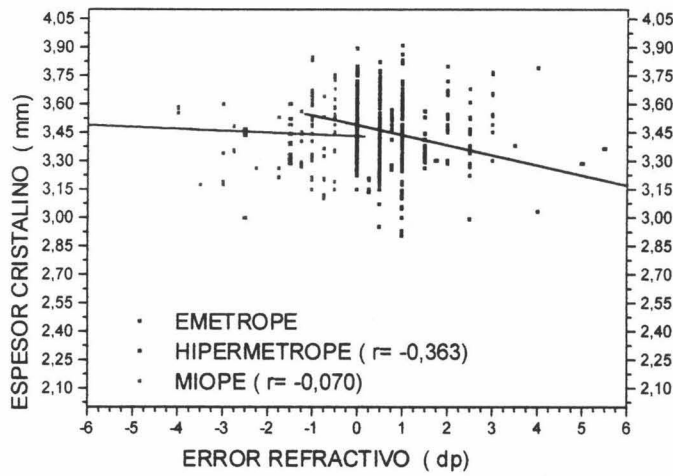
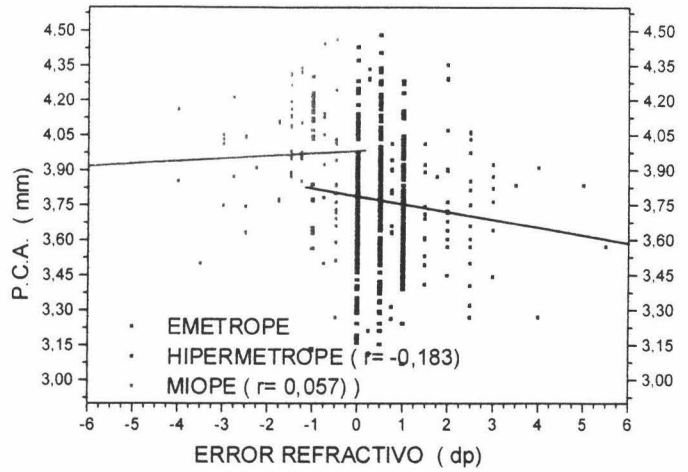
Todos estos resultados se ven reflejados en las tablas CXIII a la CXVI.

**Gráfica 64:** Correlación lineal radio corneal versus error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años.

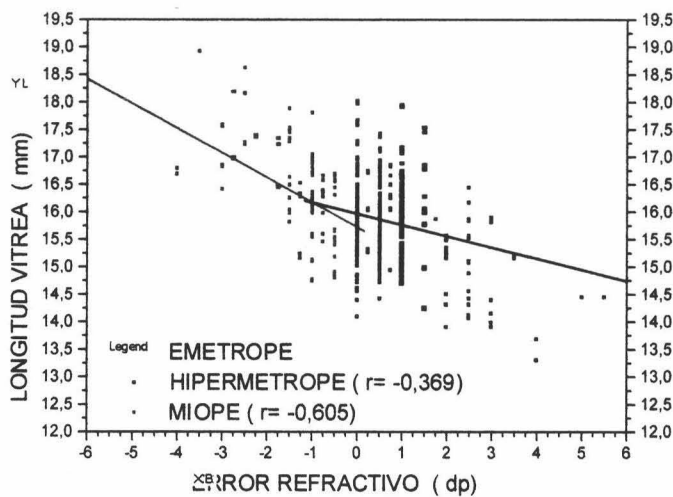




**Gráfica 65:** Correlación lineal PCA versus error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años

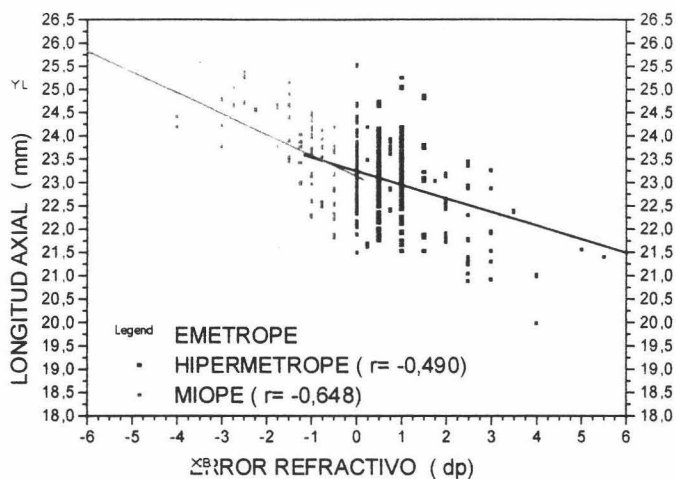


**Gráfica 66:** Correlación lineal espesor del cristalino versus error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años.

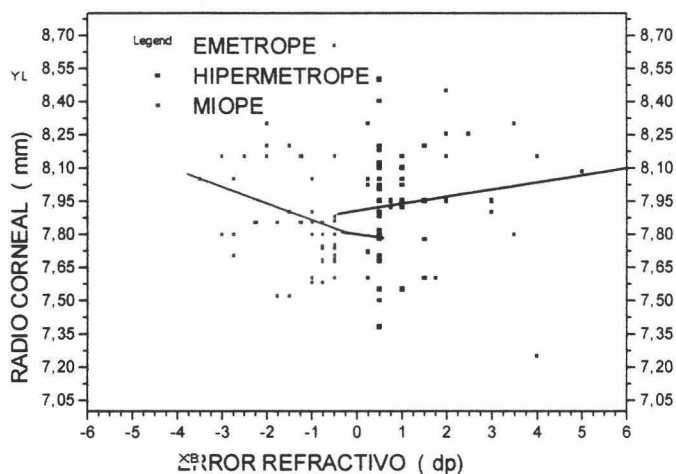


**Gráfica 67:** Correlación lineal longitud vítrea versus error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años

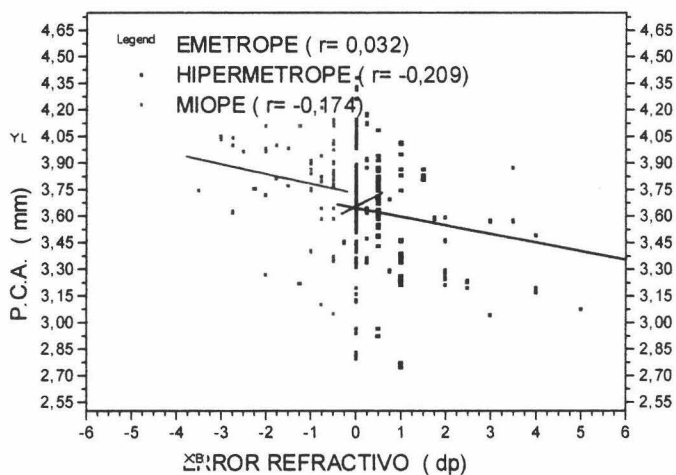
**Gráfica 68:** Correlación lineal longitud axial versus error refractivo en la categoría de edad de 11-14 años.



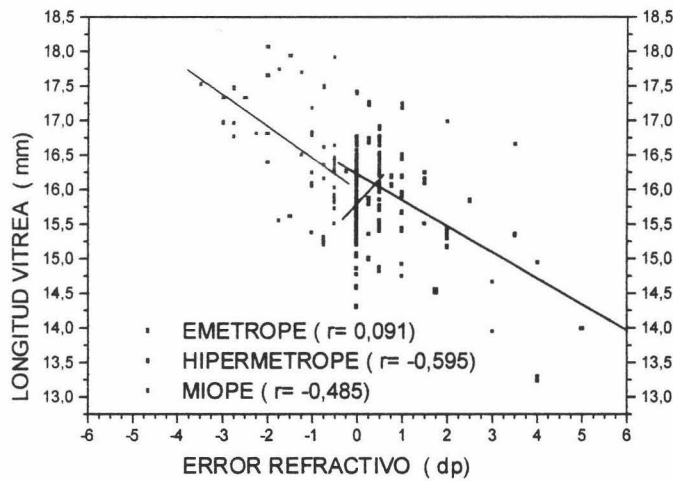
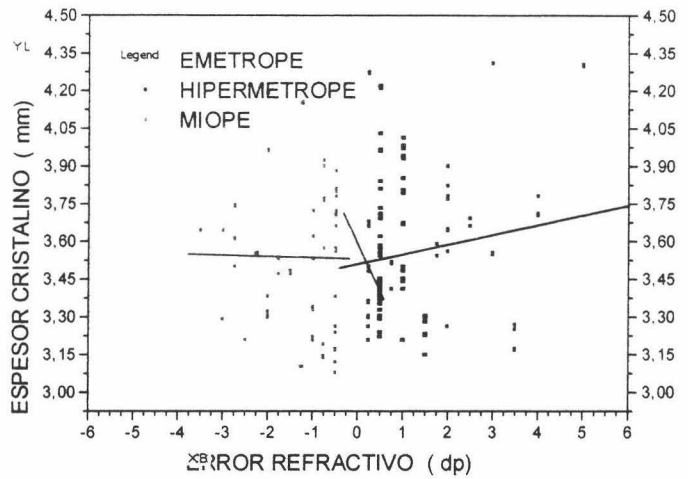
**Gráfica 69:** Correlación lineal radio corneal versus error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años.



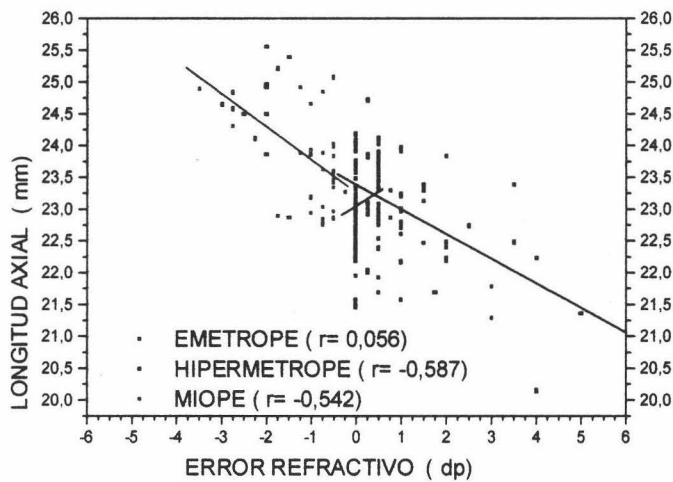
**Gráfica 70:** Correlación lineal PCA versus error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años.



**Gráfica 71:** *Correlación lineal espesor de cristalino versus error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años.*



**Gráfica 72:** *Correlación lineal longitud vítrea versus error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años*



**Gráfica 73:** *Correlación lineal longitud axial versus error refractivo en la categoría de edad de 15-18 años*



#### IV.-3 DESARROLLO DE UN MODELO ESTRUCTURAL DEL OJO

El siguiente objetivo en nuestro trabajo es plantearnos si podríamos ajustar un modelo estructural fiable en cada grupo refractivo considerado, y especificar dicho modelo en cada grupo de edad establecido en capítulos anteriores, para así determinar y expresar matemáticamente el comportamiento del fenómeno o mecanismo de emetropización o en su caso la ruptura del estado emetrópico a una edad determinada. Con éste modelo pretendemos medir el efecto de las variables que se consideren influyentes en la configuración del estado refractivo y establecer el comportamiento de las restantes mediante una variable aleatoria que se denomina perturbación del modelo.

La dependencia entre tales variables se establece mediante una función que se supone lineal, o sea el modelo es de la forma:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_KX_K + U$$

donde Y se corresponde con la variable error refractivo,  $X_1$  con la variable edad,  $X_2$  con el radio corneal anterior,  $X_3$  con la profundidad de cámara anterior,  $X_4$  con espesor del cristalino y  $X_5$  con la longitud vítrea, siendo U la variable perturbación.

Es evidente que el modelo más potente se obtendrá al considerar como conjunto de predictores el formado por todas las variables, excepción hecha de la variable que queremos explicar (error refractivo). El cálculo de éste modelo lo utilizamos para establecer la bondad máxima que un modelo de regresión lineal múltiple puede aportar.

Utilizando un programa de ordenador conocido como STATGRAPHIC (paquete estadístico descrito en material y métodos) nos planteamos ahora calcular los coeficientes de regresión y las varianzas de las variables independientes como parámetros del modelo

estructural. Estas relaciones se mostraron en la *figura 1*. En el mismo, las flechas de un único sentido significan coeficientes de regresión (indican la relación entre una variable independiente y una variable dependiente) y las de doble sentido significan correlaciones entre variables independientes.

Una vez obtenidos todos los coeficientes correspondientes a cada una de las variables en la regresión múltiple, lo que se pretende ahora es contrastar si todas las variables consideradas de manera conjunta son significativas. Para ello realizamos un análisis de la varianza para dicha regresión. El rechazo de la hipótesis nula significará que algunas de las variables (no necesariamente todas) influyen sobre la variable dependiente error refractivo. Sin embargo, las conclusiones obtenidas a partir de la tabla ANOVA no tienen porque coincidir de manera exacta con las extraídas a partir de los contrastes de significación para cada parámetro. En efecto, puede haber situaciones en las que una variable explicativa no aporte nada a la explicación de la variable dependiente (por consiguiente no es significativa) mientras que el contraste de regresión vía ANOVA muestre que la regresión si es válida. Ello se debe a que en éste último contraste se trata de forma conjunta a todas las variables.

Veamos lo anteriormente expuesto para cada grupo considerado.

Para el grupo TOTAL (sin tener en cuenta el estado refractivo) el modelo matemático viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = -3,4940 - 0,0019 \text{ EDAD} + 3,3624 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,6356 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 0,0018 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 1,2706 \text{ LONGITUD VITREA}$$

Su bondad está dada por el coeficiente de correlación múltiple al cuadrado  $R^2 = 0.4520$ , que nos indica que el modelo explica el 45,20% de la variabilidad del error refractivo. El modelo así es poco fiable, aunque el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$ , nos indica que

debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión tiene sentido realizarla.

Los contrastes de significación de los parámetros dados por  $H_0: B_i=0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que admitir que todos los parámetros pueden ser 0 salvo el radio corneal, la PCA y la longitud vítrea (*tabla CXVII*).

Los parámetros del modelo deben interpretarse como sigue:

- 1.- Cuando el radio corneal anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 3,3624 unidades.
- 2.- Cuando la Profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,6356 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,2706 unidades.

Si realizamos dicho modelo de regresión lineal por grupos de edad para el total de la muestra obtenemos los siguientes resultados:

Para el GRUPO DE EDAD 6-10 años el modelo viene dado por:

**ERROR REFRACTIVO**= 4,8298 - 0,3819 *EDAD* + 0,7837 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* + 0,0530 *PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR* + 0,0120 *ESPELOR CRISTALINO* + 0,3138 *LONGITUD VITREA*.

Su bondad está dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2= 0,2631$ , que nos indica que el modelo explica el 26,31% de la variabilidad del error refractivo, que resulta insuficiente. El modelo es poco fiable, aunque el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por

$H_0:R^2=0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la realización de la regresión parece tener sentido (*tabla CXVIII*).

Los coeficientes de significación sobre los parámetros, dados por  $H_0:B_i=0$ , indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que admitir que todos los parámetros pueden ser 0 salvo la edad, el radio corneal y longitud vítrea.

Los parámetros del modelo deben interpretarse como sigue:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 0,3819 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo aumente en 0,7837 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,3138.

Para el GRUPO EDAD 11-14 años el modelo viene dado por:

**ERROR REFRACTIVO=** 13,4768 + 0,0847 *EDAD* + 3,9196 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* - 1,0152 *PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR* - 3,7801 *ESPELOR CRISTALINO* - 1,7753 *LONGITUD VITREA*

Su bondad está dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2=0,6503$ , que nos indica que el modelo explica el 65,03% de la variabilidad del error refractivo, que ya resulta un valor apreciable, y por tanto a esta edad, el modelo de regresión calculado tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0:B_i=0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros pueden ser 0.



No obstante, el parámetro edad ofrece ligeras dudas al respecto, ya que al nivel de significación de 0,02 había que admitir que fuese 0 (*tabla CXIX*).

Los parámetros del modelo se interpretan:

- 1.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 3,9196 unidades.
- 2.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,0155 unidades.
- 3.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 3,7801 unidades.
- 4.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 1,7753 unidades.

Para el GRUPO EDAD 15-18 años el modelo viene expresado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 9,8142 - 0,0500 \text{ EDAD} + 3,8200 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,3910 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 1,9905 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 1,6814 \text{ LONGITUD VITREA}$$

Su bondad viene dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2 = 0,6492$ , que indica que el modelo explica el 64,92% de la variabilidad del error refractivo, un valor muy semejante al grupo de edad anterior, y por tanto el modelo tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0: B_i = 0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros puedan ser cero salvo la edad (*tabla CXX*).

Los parámetros del modelo se deben interpretar:

- 1.- Cuando el Radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás parámetros, el error refractivo aumenta en 3,8200 unidades.
- 2.- Cuando la Profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 1,3910 unidades.
- 3.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,9905 unidades.
- 4.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,6814 unidades.

En resumen, podemos decir que para el grupo general:

- 1.- El modelo de regresión lineal múltiple tiene sentido a partir de los 10 años de edad por la explicación aportada.
- 2.- La edad es un factor influyente del error refractivo entre los 6 y los 10 años.
- 3.- El aumento del radio corneal a edades tempranas (6-10 años) permite que el error refractivo aumente.
- 4.- A partir de los 11 años, todos los parámetros excepto la edad son determinantes en el modelo.

El siguiente paso en nuestro trabajo fue plantearnos si podría ajustarse un modelo más explicativo para cada subgrupo refractivo en los que se dividió la población total:

emétopes, hipermetropes y miopes. A su vez lo haremos también en las diferentes categorías de edad, es decir, de 6-10 años, de 11-14 años y de 15-18 años.

Para el grupo EMETROPE el modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = - 0,7437 + 0,0046 \text{ EDAD} + 0,5883 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,0414 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 0,3288 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,1793 \text{ LONGITUD VITREA}$$

En la *tabla CXXI* se muestra la ANOVA para tal regresión, así como los contrastes de significación de los parámetros del modelo.

Su bondad está dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2 = 0,0663$ , que nos indica que el modelo explica el 6,63% de la variabilidad del error refractivo, que resulta insignificante. El modelo no es nada fiable, aunque el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05, con lo cual la regresión tiene sentido. Así mismo, los contrastes de significación sobre los parámetros, dados por  $H_0: B_i = 0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que admitir que a excepción del radio corneal, espesor del cristalino y longitud vítrea puedan ser cero.

Los parámetros se interpretan como sigue:

- 1.- Cuando el Radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes los demás variables el error refractivo aumenta 0,5883 unidades.
- 2.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 0,3288 unidades.

3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,1793 unidades.

Si aplicamos dicho modelo al subgrupo de emétopes de EDAD 6-10 años obtenemos la ecuación siguiente:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 0,9698 + 0,02203 \text{ EDAD} + 0,3507 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,1934 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 0,5083 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,0809 \text{ LONGITUD VITREA}$$

Su bondad viene dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2 = 0,0575$ , que nos indica que el modelo explica el 5,75% de la variabilidad del error refractivo. El modelo no es nada fiable, como confirma el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$ , que nos indica que debemos admitir dicha hipótesis a un nivel de significación de 0.05, con lo cual la regresión carece de validez. Así mismo los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0: B_i = 0$ , indican que a un nivel de significación de 0.05 hay que admitir que todos los parámetros puedan ser 0 (*tabla CXXII*).

Para el subgrupo EMETROPE EDAD 11-14 años el modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = -2,7164 + 0,01051 \text{ EDAD} + 0,6939 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} + 0,0085 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 0,2124 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,1477 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad viene dada por  $R^2 = 0,0945$ , que indica que el modelo explica el 9,45% de la variabilidad del error refractivo. El modelo es poco fiable, aunque el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión parece tener sentido (*tabla CXXIII*).

Los contrastes de significación sobre los parámetros radio corneal y longitud vítrea

son los únicos que indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que sean 0. Así pues los coeficientes de los parámetros se interpretan como sigue:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo aumenta en 0,011 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo aumenta en 0,694 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo aumenta en 0,009 unidades.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 0.212 unidades.
- 5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 0,148 unidades.

Para el grupo EMETROPE EDAD 15-18 años el modelo se expresa:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 0,6353 - 0,0245 \text{ EDAD} + 0,7586 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,1214 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 0,2152 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,3275 \text{ LONGITUD VITREA.}$$

Su bondad viene dada por  $R^2=0,1088$ , que indica que el modelo explica el 10,88% de la variabilidad del error refractivo. Al igual que en el grupo emétrope anterior, el modelo es poco fiable, aunque el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0=R^2$ , nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05, con lo cual la regresión parece tener sentido (*tabla CXXIV*).

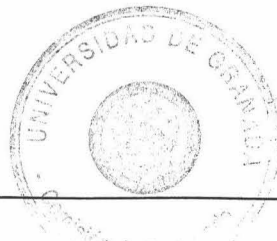
Los contrastes de significación del radio corneal y longitud vítrea son los únicos que indican que a un nivel de significación de 0,05 que hay que rechazar la hipótesis de que sean cero. La interpretación de los mismos es:

1. Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,025 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta 0,759 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables el error refractivo disminuye en 0,121 unidades.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,215 unidades.
- 5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,327 unidades.

En resumen:

- 1.- A la edad de 6-10 años no existe ninguna variable que por sí sola explique la variabilidad del error refractivo.
- 2.- A partir de los 11 años las únicas variables que determinan en parte la evolución del error refractivo en el grupo emétrope son radio corneal y longitud vítrea, de tal manera que por cada unidad que aumenta el Radio corneal y longitud vítrea, el error refractivo aumenta entre 0,69-0,75 unidades y disminuye entre 0,14-0,32 unidades respectivamente.

Para el grupo **HIPERMETROPE** el modelo viene expresado por:



FEB. 2000

**ERROR REFRACTIVO**= -2,1540 - 0,0018 *EDAD* + 0,4510 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* + 0,2318 *PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR* + 0,7045 *ESPESOR CRISTALINO* - 0,2282 *LONGITUD VITREA*

Su bondad viene dada por  $R^2 = 0,0427$ , que indica que el modelo explica el 4,27% de la variabilidad del error refractivo, y aunque el modelo es muy poco fiable, el contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2$ , nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05, con lo cual la regresión parece tener sentido (*tabla CXXV*).

Los contrastes de significación de las variables radio corneal, espesor del cristalino y longitud vítrea indican que a un nivel de significación de 0,05, el rechazo de la hipótesis de que sean cero.

La interpretación de los mismos es:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo apenas disminuye.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,451 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,231 unidades.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,705 unidades.
- 5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,228 unidades.

Si realizamos dicho modelo para cada grupo de edad en el grupo refractivo hipermetrope, obtenemos los siguientes resultados.

En el GRUPO HIPERMETROPE EDAD 6-10 AÑOS, el modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 4,6874 - 0,0602 \text{ EDAD} + 3,2046 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,1003 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 1,3916 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 1,2447 \text{ LONGITUD VITREA}$$

Su bondad viene dada por  $R^2 = 0,5268$  que nos indica que el modelo explica el 52,68% de la variabilidad del error refractivo. El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión parece tener sentido (*tabla CXXVI*).

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0: B_i = 0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros puedan ser cero, aunque la variable edad ofrece ligeras dudas al respecto ya que a un nivel de significación del 0,04 habría que admitir que fuese cero.

Los parámetros del modelo se deben interpretar:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye 0,0602 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 3,2046 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes los demás parámetros, el error refractivo disminuye en 1,1003 unidades.



4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,3916 unidades.

5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,2447 unidades.

En el grupo HIPERMÉTROPE EDAD 11-14 AÑOS, el modelo matemático para el error refractivo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 16,9183 + 0,1312 \text{ EDAD} + 2,9255 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,9550 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 3,8622 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 1,5076 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad está dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2 = 0,5887$  que nos indica que el modelo explica el 58,87% de la variabilidad del error refractivo.

El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión tiene sentido (*tabla CXXVII*).

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0: B_i = 0$ , indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros puedan ser cero, y que por tanto todas las variables son significativas.

Los parámetros se deben interpretar como sigue:

1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,1312 unidades.

- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 2,9255 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes la demás variables, el error refractivo disminuye en 0,9550.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 3,8622 unidades.
- 5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,5076 unidades.

Para el subgrupo HIPERMETROPE EDAD 15-18 AÑOS, el modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 7,5173 - 0,1505 \text{ EDAD} + 3,2340 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,0078 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 1,1591 \text{ ESPESOR DEL CRISTALINO} - 1,3830 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad viene dada por  $R^2 = 0,6283$  que nos indica que el modelo explica el 62,83% de la variabilidad del error refractivo. El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros, dados por  $H_0: B_i = 0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros puedan ser cero, y que por tanto todas las variables son significativas (*tabla CXXVIII*).

La interpretación de la ecuación es como sigue:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,1505 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta 3,2340 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,0078 unidades.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,1591 unidades.
- 5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,3830 unidades.

En resumen, para el GRUPO HIPERMETROPE:

- 1.- El modelo se comporta de forma muy similar en todos los grupos de edad.
- 2.- La edad es una variable muy poco influyente en el error refractivo en cualquier grupo de edad.
- 3.- El radio corneal es la variable más explicativa del error refractivo en el grupo de edad de 6-10 años y en el grupo de edad de 15-18 años.
- 4.- El espesor del cristalino, en el grupo de edad intermedio, es la variable más explicativa en la variabilidad del error refractivo.
- 5.- La profundidad de la cámara anterior y la longitud vítrea tienen la misma influencia en los tres grupos de edad considerados.

Para el GRUPO MIOPE el modelo de regresión lineal múltiple viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = - 7,1847 + 0,0310 \text{ EDAD} + 0,6735 \text{ RADIO CORNEAL} + 1,5207 \text{ PROFUNDIDAD DE CÁMARA ANTERIOR} + 0,9488 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,5758 \text{ LONGITUD VÍTREA}.$$

Su bondad viene dada por  $R^2 = 0,1724$ , que indica una explicación del modelo del 17,24 % de la variabilidad del error refractivo. El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0: R^2 = 0$  indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05 y la regresión tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre las variables profundidad de cámara anterior, espesor del cristalino y longitud vítrea, dados por  $H_0: B_i = 0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que puedan ser cero, y que por tanto estas variables son significativas (*tabla CXXIX*).

La interpretación de la ecuación es:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, mientras se mantienen constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,030 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, mientras se mantienen constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,673 unidades.
- 3.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, mientras se mantienen constantes las demás variables, el error refractivo aument en 1,521 unidades.
- 4.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, mientras se mantienen constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 0,949 unidades.

5.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, mientras se mantienen constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,576 unidades.

Si realizamos dicho modelo por grupos de edad considerados para el grupo miope obtenemos:

Para el subgrupo MIOPE EDAD 6-10 AÑOS el modelo se expresa de la siguiente forma:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 12,9421 + 0,1815 \text{ EDAD} + 5,0420 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,3120 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 4,3406 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 2,1865 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad viene dada por  $R^2=0,7864$  que nos indica que el modelo explica el 78,64% de la variabilidad del error refractivo.

El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0:R^2=0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05, y por tanto el modelo de regresión calculado tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0:B_i=0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros puedan ser cero, excepto la edad que ofrece ligeras dudas, ya que a un nivel de significación del 0,04 habría que admitir que fuese cero (*tabla CXXX*).

Los parámetros del modelo deben interpretarse como sigue:

1.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta 5,0420 unidades.

- 2.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye 1,3120 unidades.
- 3.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye 4,3406 unidades.
- 4.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye 2,1865 unidades.

Para el subgrupo MIOPE EDAD 11-14 AÑOS el modelo de regresión lineal viene dado:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 16,72124 - 0,0008 \text{ EDAD} + 2,4027 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,2063 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 3,4777 \text{ ESPESOR DEL CRISTALINO} - 1,4863 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad viene dada por  $R^2=0,5132$ , lo que indica que el modelo explica el 51,32% de la variabilidad del error refractivo.

El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0:R^2=0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación del 0,05, y por tanto el modelo de regresión calculado es válido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0:B_i=0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que rechazar que todos los parámetros, excepto la edad y la profundidad de la cámara anterior puedan ser cero (*tabla CXXXI*).

La lectura de los coeficientes de regresión lineal múltiple es como sigue:

- 1.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 2,4027 unidades.

2.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 3,4777 unidades.

3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,4863 unidades.

Por último, para el GRUPO MIOPE EDAD 15-18 AÑOS el modelo viene dado por la ecuación:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 10,1666 + 0,0059 \text{ EDAD} + 1,2992 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 0,5560 \text{ PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR} - 1,5021 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 0,8894 \text{ LONGITUD VITREA}.$$

Su bondad viene dada por el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado  $R^2=0,2279$ , que indica que el modelo explica el 22,79% de la variabilidad del error refractivo.

El contraste de significación sobre el coeficiente de correlación lineal múltiple al cuadrado dado por  $H_0:R^2=0$  nos indica que debemos rechazar dicha hipótesis a un nivel de significación de 0,05, y por tanto el modelo calculado tiene sentido.

Los contrastes de significación sobre los parámetros dados por  $H_0:B_i=0$  indican que a un nivel de significación de 0,05 hay que admitir que todos los parámetros, a excepción del espesor del cristalino y longitud vítrea, sean cero (*tabla CXXXII*).

La lectura de los coeficientes de regresión lineal múltiple se interpreta:

1.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,5021 unidades.

2.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 0,8894 unidades.

En resumen, para el grupo miope:

- 1.- El espesor del cristalino es la variable que más influencia tiene en la determinación del error refractivo en todos los grupos de edad.
- 2.- Radio corneal, espesor del cristalino y longitud vítrea son cada vez menos influyentes conforme aumenta la edad.
- 3.- La profundidad de la cámara anterior es la variable que más explica la variabilidad del error refractivo en el grupo miope general.



**Tabla CXVII****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO**

GRUPO TOTAL

CASOS ANALIZADOS: 1362

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,4542

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 1,0148

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-3,4940	0,9641	-3,6240	0,0003
EDAD	-0,0019	0,0092	-0,2094	0,8341
RADIO CORNEAL	3,3624	0,1383	24,3284	0,0000
P.C.A.	-0,6356	0,1133	-5,6098	0,0000
ESPEJOR CRISTALINO	-0,0018	0,0029	-0,6074	0,5436
LONGITUD VITREA	-1,2706	0,0462	-27,5318	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	1069,4900	5	213,8970	207,6690	0,0000
RESIDUAL	1285,4300	1356	1,0300		

**Tabla CXVIII****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO**

GRUPO EDAD 6-10 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 548

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,2727

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,8259

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	4,8298	2,0153	2,3966	0,0170
EDAD	-0,3819	0,0327	-11,6658	0,0000
RADIO CORNEAL	0,7837	0,2168	-3,6158	0,0003
P.C.A.	0,0530	0,2112	0,2509	0,8020
ESPEJOR CRISTALINO	0,0120	0,3042	0,0395	0,9685
LONGITUD VITREA	0,3138	0,0749	4,1903	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	96,4299	5	19,2860	28,2743	0,0000
RESIDUAL	257,1530	542	0,6821		

TablaCXIX

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EDAD 11-14 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 541

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,6535

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,9320

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	13,4768	1,6979	7,9373	0,0000
EDAD	0,0847	0,0388	2,1815	0,0296
RADIO CORNEAL	3,9196	0,1899	20,6343	0,0000
P.C.A.	-1,0151	0,1559	-6,5111	0,0000
ESPEJOR CRISTALINO	-3,7801	0,2233	-16,9261	0,0000
LONGITUD VITREA	-1,7753	0,0646	-27,4719	0,0000

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	873,3100	5	174,6620	201,0720	0,0000
RESIDUAL	462,993	535	0,8687		

Tabla CXX

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EDAD 15-18 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 258

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,6564

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,8545

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	9,8142	2,2142	4,4325	0,0000
EDAD	-0,0500	0,0462	-1,0835	0,2797
RADIO CORNEAL	3,8200	0,2607	14,6515	0,0000
P.C.A.	-1,3910	0,2210	-6,2952	0,0000
ESPEJOR CRISTALINO	-1,9905	0,2774	-7,1756	0,0000
LONGITUD VITREA	-1,6814	0,0865	-19,4310	0,0000

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	333,4240	5	66,6848	91,3221	0,0000
RESIDUAL	174,5210	252	0,7302		

*Tabla CXXI*

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EMETROPE

CASOS ANALIZADOS: 362

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,0808

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,2615

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-0,7437	0,6565	-1,1329	0,2581
EDAD	0,0046	0,0050	0,9201	0,3582
RADIO CORNEAL	0,5883	0,1169	5,0324	0,0000
P.C.A.	-0,0414	0,0609	-0,6788	0,4978
ESPEJOR CRISTALINO	-0,3288	0,0994	-3,3062	0,0011
LONGITUD VITREA	-0,1793	0,0436	-4,1085	0,0001

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	1,8988	5	0,3798	5,5553	0,0001
RESIDUAL	21,6013	356	0,0684		

*Tabla CXXII*

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EMETROPE EDAD 6-10 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 87

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,1150

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,2657

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	0,9698	1,5164	0,6395	0,5240
EDAD	0,0220	0,0270	-0,8150	0,4170
RADIO CORNEAL	0,3507	0,2565	1,3671	0,1750
P.C.A.	-0,1934	0,1612	-1,1999	0,2330
ESPEJOR CRISTALINO	-0,5083	0,2874	-1,7685	0,0800
LONGITUD VITREA	-0,0809	0,1048	-0,7724	0,4420

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	0,7062	5	0,1412	2,0010	0,0878
RESIDUAL	5,4353	81	0,0706		

*Tabla CXXIII*

REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EMETROPE EDAD 11-14 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 168

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,1226

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,2515

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-2,7164	0,9277	-2,9280	0,0030
EDAD	0,0105	0,0191	0,5512	0,5820
RADIO CORNEAL	0,6939	0,1693	4,0989	0,0000
P.C.A.	0,0085	0,0812	0,1050	0,9160
ESPEJOR CRISTALINO	-0,2124	0,1394	-1,5234	0,1290
LONGITUD VITREA	-0,1477	0,0601	-2,4560	0,0150

ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	1,3793	5	0,2759	4,3597	0,0010
RESIDUAL	9,8707	162	0,0633		

*Tabla CXXIV*

REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO EMETROPE EDAD 15-18 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 97

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,1589

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,2647

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	0,6353	1,1873	0,5351	0,5940
EDAD	-0,0245	0,0231	-1,0647	0,2901
RADIO CORNEAL	0,7586	0,2177	3,4851	0,0008
P.C.A.	-0,1214	0,1147	-1,0581	0,2930
ESPEJOR CRISTALINO	-0,2152	0,1558	-1,3813	0,1708
LONGITUD VITREA	-0,3275	0,0885	-3,7015	0,0004

ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	1,1118	5	0,2224	3,1738	0,0113
RESIDUAL	5,8854	91			

*Tabla CXXV*

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO HIPERMETROPE

CASOS ANALIZADOS: 793

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,0427

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 1,1900

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-2,1540	0,9157	-2,3522	0,0189
EDAD	-0,0018	0,0143	-0,1236	0,9016
RADIO CORNEAL	0,4510	0,1175	3,8399	0,0001
P.C.A.	0,2318	0,1701	1,3626	0,1734
ESPEJOR CRISTALINO	0,7045	0,1609	4,3792	0,0000
LONGITUD VITREA	-0,2282	0,0514	-4,4438	0,0000

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	47,0480	5	9,4096	6,6445	0,0000
RESIDUAL	1053,6100	787	1,4166		

*Tabla CXXVI*

## REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO HIPERMETROPE EDAD 6-10 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 385

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,5340

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,6940

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	4,6874	1,8534	2,5291	0,0119
EDAD	-0,0602	0,0293	-2,0528	0,0409
RADIO CORNEAL	3,2046	0,2219	14,4394	0,0000
P.C.A.	-1,1003	0,1974	-5,5737	0,0000
ESPEJOR CRISTALINO	-1,3916	0,2732	-5,0932	0,0000
LONGITUD VITREA	-1,2447	0,0842	-14,7749	0,0000

## ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	177,382	5	35,4764	73,5712	0,0000
RESIDUAL	154,788	379	0,4822		

**Tabla CXXVII****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO****GRUPO HIPERMETROPE EDAD 11-14 AÑOS****CASOS ANALIZADOS: 300****R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,5958****ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,8908**

<b>VARIABLE INDEP.</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>ERROR STANDARD</b>	<b>t</b>	<b>NIVEL SIGNIF.</b>
<i>CONSTANTE</i>	16,9183	2,0658	8,1897	0,0000
<i>EDAD</i>	0,1312	0,0501	2,6215	0,0090
<i>RADIO CORNEAL</i>	2,9255	0,2372	12,3362	0,0000
<i>P.C.A.</i>	-0,9550	0,2120	-4,5049	0,0000
<i>ESPEJOR CRISTALINO</i>	-3,8622	0,2748	-14,0546	0,0000
<i>LONGITUD VITREA</i>	-1,5076	0,0904	-16,6835	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	<b>SUMA CUADR.</b>	<b>G.L.</b>	<b>MEDIA CUADR.</b>	<b>F-RATIO</b>	<b>P</b>
<b>REGRESIÓN</b>	331,0500	5	66,2100	83,4296	0,0000
<b>RESIDUAL</b>	224,590	294	0,7936		

**Tabla CXXVIII****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO****GRUPO HIPERMETROPE EDAD 15-18 AÑOS****CASOS ANALIZADOS: 108****R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,6283****ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,7826**

<b>VARIABLE INDEP.</b>	<b>COEFICIENTE</b>	<b>ERROR STANDARD</b>	<b>t</b>	<b>NIVEL SIGNIF.</b>
<i>CONSTANTE</i>	7,5173	3,1673	2,3734	0,0196
<i>EDAD</i>	-0,1505	0,0683	-2,2031	0,0299
<i>RADIO CORNEAL</i>	3,2340	0,3652	8,8558	0,0000
<i>P.C.A.</i>	-1,0078	0,3562	-2,8286	0,0057
<i>ESPEJOR CRISTALINO</i>	-1,1591	0,4113	-2,8180	0,0058
<i>LONGITUD VITREA</i>	-1,3830	0,1155	-11,9736	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	<b>SUMA CUADR.</b>	<b>G.L.</b>	<b>MEDIA CUADR.</b>	<b>F-RATIO</b>	<b>P</b>
<b>REGRESIÓN</b>	109,6870	5	21,9374	35,8180	0,0000
<b>RESIDUAL</b>	60,0220	92	0,6125		

**Tabla CXXIX****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO****GRUPO MIOPE****CASOS ANALIZADOS: 207****R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,1724****ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 1,2002**

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-7,1847	3,5070	-2,0487	0,0418
EDAD	0,0310	0,0287	1,0797	0,2816
RADIO CORNEAL	0,6735	0,4575	1,4722	0,1426
P.C.A.	1,5207	0,3149	4,8297	0,0000
ESPEJOR CRISTALINO	0,9488	0,3071	3,0893	0,0023
LONGITUD VITREA	-0,5758	0,0907	-6,3458	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	67,2273	5	13,4455	9,3340	0,0000
RESIDUAL	280,896	201	1,4405		

**Tabla CXXX****REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO****GRUPO MIOPE EDAD 6-10 AÑOS****CASOS ANALIZADOS: 66****R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,8058****ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,7819**

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	12,9421	4,9624	2,6080	0,0100
EDAD	0,1815	0,1020	1,7785	0,0800
RADIO CORNEAL	5,0420	0,5777	8,7274	0,0000
P.C.A.	-1,3120	0,5270	-2,4898	0,0100
ESPEJOR CRISTALINO	-4,3406	0,8658	-5,0135	0,0000
LONGITUD VITREA	-2,1865	0,1531	-14,2785	0,0000

**ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL**

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	126,8630	5	25,3727	41,5059	0,0000
RESIDUAL	30,5651	60	0,6113		

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla CXXXI**

REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE EDAD 11-14 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 88

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,5132

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,9211

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	16,7212	5,5969	2,9875	0,0037
EDAD	-0,0008	0,1080	-0,0075	0,9940
RADIO CORNEAL	2,4027	0,8283	2,9008	0,0048
P.C.A.	-0,2063	0,4017	-0,5134	0,6090
ESPEJOR CRISTALINO	-3,4777	0,6290	-5,5294	0,0000
LONGITUD VITREA	-1,4863	0,1873	-7,9341	0,0000

ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	82,0656	5	16,4131	19,3472	0,0000
RESIDUAL	69,5644	82	0,8483		

**Tabla CXXXII**

REGRESION LINEAL MULTIPLE ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE EDAD 15-18 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 53

R<sup>2</sup>-MULTIPLE: 0,2278

ERROR STANDARD DE ESTIMACION: 0,7674

VARIABLE INDEP.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	10,1666	4,8674	2,0887	0,0424
EDAD	0,0059	0,1067	0,0555	0,9560
RADIO CORNEAL	1,2992	0,8064	1,6111	0,1141
P.C.A.	-0,5560	0,5121	-1,0858	0,2833
ESPEJOR CRISTALINO	-1,5021	0,6905	-2,1753	0,0349
LONGITUD VITREA	-0,8894	0,2613	-3,4039	0,0014

ANALISIS DE LA VARIANZA PARA LA REGRESIÓN TOTAL

	SUMA CUADR.	G.L.	MEDIA CUADR.	F-RATIO	P
REGRESIÓN	11,6341	5	2,3268	3,9511	0,0047
RESIDUAL	26,5007	47	0,5889		



En este momento de nuestro trabajo constatamos que el modelo propuesto presenta un inconveniente: existen un número excesivo de variables independientes explicativas y no estamos seguros, a priori, de si todas ellas debieran estar incluidas en el modelo o si, por el contrario, alguna o algunas de ellas no debieran incluirse porque el aporte que hacen a la explicación de la variable dependiente es poco relevante por si mismas o bien porque su poder explicativo está ya contenido en alguna o algunas de ellas. Para ello, aplicamos una técnica de análisis de regresión lineal múltiple conocida como STEPWISE o REGRESION PASO A PASO para determinar un conjunto óptimo de variables explicativas, y que a su vez no causan una disminución sensible en la validez del modelo que estaba dada por  $R^2$  en cada grupo considerado. Este método matemático consta de dos criterios o reglas: uno de entrada y otro de salida de variables.

En la regla de entrada se introducen una variable que tenga el coeficiente de correlación parcial más alto (en valor absoluto) con la variable dependiente y que asimismo, sea significativa, es decir, el estadístico F con K y N-K grados de libertad para que su coeficiente sea mayor que un valor prefijado  $F_\alpha$ . En la regla de salida se eliminará una variable incluida en una etapa anterior cuando no sea significativa en el modelo, o sea, cuando su estadístico F sea menor que un valor prefijado, ya que en este caso la variación explicada que aportaría no sería significativa. El proceso concluirá cuando no haya candidatos a entrar o estos no superen la cota de entrada. Hay que notar que una elección inadecuada de las cotas pueden dar lugar a un efecto cíclico según el cual una variable entra en un paso y salga en el siguiente. Para ello, como es obvio, la cota de entrada debe ser mayor o igual que la cota de salida. Así pues, en esta regresión paso a paso, se observan que variables entran en el modelo junto con el coeficiente con el que aparece en el modelo y que variables se excluyen del modelo. Además se hace la regresión considerando únicamente las variables que se introducen en el modelo. Es decir, se obtienen los valores de los coeficientes, el error standar, el t-valor y el nivel de significación de dichos coeficientes.

Toda esta metodología, la llevaremos a cabo en cada uno de los grupos refractivo, y también a su vez, en los diferentes grupos de edad considerados.

### **GRUPO TOTAL**

El modelo se expresa:

**ERROR REFRACTIVO**= -3,5170 + 3,3647 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* - 0,6319 *PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR* - 1,2730 *LONGITUD VITREA*.

Este plano de regresión explica el 45,27% de la variabilidad del error refractivo, quedando excluidos del mismo la variable edad y el espesor del cristalino (*tabla CXXXIV*).

Los coeficientes del plano de regresión deben interpretarse:

- 1.- Cuando el radio de curvatura de la cara anterior de la córnea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes la profundidad de la cámara anterior y la longitud vítrea, el error refractivo aumenta en 3,365 unidades.
- 2.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes el radio corneal y la longitud vítrea, el error refractivo disminuye en 0,632 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constante el radio corneal y la profundidad de la cámara anterior, el error refractivo disminuye en 1,273 unidades.

### **GRUPO EDAD 6-10 AÑOS**

El modelo se expresa:

**ERROR REFRACTIVO=** 5,0802 - 0,3812 *EDAD* + 0,7911 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* - 0,3165 *LONGITUD VITREA*.

El modelo explica el 26,68% de la variabilidad del error refractivo, quedando fuera la profundidad de la cámara anterior y el espesor del cristalino (*tabla CXXXV*).

Los coeficientes del plano de regresión deben interpretarse como sigue

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes el radio corneal y la longitud vítrea, el error refractivo disminuye en 0,381 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes la edad y la longitud vítrea, el error refractivo aumenta en 0,791 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes la edad y el radio corneal, el error refractivo disminuye en 0,316 unidades ?????

#### **GRUPO EDAD 11-14 AÑOS**

El modelo viene dado por el modelo de regresión lineal anteriormente calculado para este grupo, es decir la regresión paso a paso, no filtra ninguna variable a través de sus cálculos, por lo que todas las variables son explicativas del modelo y la explicación de la variabilidad del error refractivo es del 65,03% (*tabla CXXXVI*).

#### **GRUPO EDAD 15-18 AÑOS**

El modelo queda modificado de la siguiente forma:

**ERROR REFRACTIVO=** 9,3175 + 3,8310 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* - 1,4068 *PROFUNDIDAD DE CAMARA ANTERIOR* - 2,0565 *ESPEJOR CRISTALINO* -1,6887 *LONGITUD VITREA*

En la regresión paso a paso, queda fuera la edad como variable explicativa, explicando dicho modelo el 64,90% de la variabilidad del error refractivo (*tabla CXXXVII*).

### **GRUPO EMETROPE**

El modelo es:

**ERROR REFRACTIVO=** -1,0550 + 0,5633 *RADIO CORNEAL ANTERIOR* - 0,2795 *ESPELOR DEL CRISTALINO* - 0,1644 *LONGITUD VITREA*.

En este modelo de regresión paso a paso, quedan excluidos la edad y la profundidad de la cámara anterior, alcanzando una explicación del 6,81% (*tabla CXXXVIII*).

### **GRUPO EMETROPE EDAD 6-10 AÑOS**

No tiene validez el modelo de regresión lineal múltiple, y por tanto, carece de sentido el realizar la regresión lineal paso a paso (*tabla CXXXIX*).

### **GRUPO EMETROPE EDAD 11-14 AÑOS**

El modelo de regresión paso a paso viene dado:

**ERROR REFRACTIVO=** -2,9167 + 0,3453 *RADIO CORNEAL ANTERIOR*

El modelo explica un 7,95% la variabilidad del error refractivo, quedando excluidos del modelo original la edad, la profundidad de la cámara anterior, el espesor del cristalino y la longitud vítrea, y por tanto el modelo es explicado aunque de manera

insignificante, por el radio corneal, de tal forma, que el aumento en una unidad del radio corneal provoca un aumento en el error refractivo de 0,345 unidades (*tabla CXL*).

### **GRUPO EMETROPE EDAD 15-18 AÑOS**

Todas las variables quedan fuera del modelo original, al realizar la regresión paso a paso (*tabla CXLI*).

### **GRUPO HIPERMETROPE**

El modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = -0,8014 + 0,2484 \text{ RADIO CORNEAL}$$

En este modelo de regresión paso a paso, se han eliminado del modelo preliminar todas las variables excepto el radio corneal, obteniendo el presente modelo una explicación del 0,53% la variabilidad del error refractivo (*tabla CXLII*).

La interpretación del mismo es: cuando el radio corneal aumenta en una unidad, el error refractivo aumenta 0,2484 unidades.

### **GRUPO HIPERMETROPE EDAD 6-10 AÑOS**

Todas las variables permanecen en el modelo de regresión paso a paso, por lo que el modelo de regresión lineal múltiple es el anteriormente calculado para este grupo (*tabla CXLIII*).

### **GRUPO HIPERMETROPE EDAD 11-14 AÑOS**

Ninguna variable abandona el modelo de regresión lineal múltiple original (*tabla CXLIV*).

**GRUPO HIPERMETROPE EDAD 15-18 AÑOS**

El modelo viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 1,4983 - 0,1640 \text{ EDAD} + 2,9217 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,3207 \text{ LONGITUD VITREA.}$$

En esta regresión paso a paso, se han eliminado del modelo preliminar las variables profundidad de la cámara anterior y el espesor del cristalino, obteniendo el presente modelo una explicación del 59,98% de la variabilidad del error refractivo (*tabla CXLV*).

Los coeficientes de dicho modelo se interpretan:

- 1.- Cuando la edad aumenta en una unidad, manteniéndose constantes el radio corneal y la longitud vítrea, el error refractivo disminuya en 0,164 unidades.
- 2.- Cuando el radio corneal aumenta una unidad, manteniéndose constantes la edad y la longitud vítrea, el error refractivo aumenta en 2,921 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,321 unidades.

**GRUPO MIOPE**

El modelo viene expresado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 4,9606 + 0,8611 \text{ RADIO CORNEAL}$$

En esta regresión se han eliminado todas las variables excepto el radio corneal, obteniendo el presente modelo una explicación del 1,76% de la variabilidad del error refractivo (*tabla CXLV*).

La interpretación del mismo es: cuando el radio corneal aumenta en una unidad el error refractivo lo hace en 0,861 unidades.

### **GRUPO MIOPE EDAD 6-10 AÑOS**

El modelo de regresión paso a paso viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 13,6483 + 4,8362 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 1,1938 \text{ PROFUNDIDAD CAMARA ANTERIOR} - 3,9595 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 2,1458 \text{ LONGITUD VITREA.}$$

El plano de regresión explica el 77,74% de la variabilidad del error refractivo, y en dicho modelo queda excluida la variable edad (*tabla CXLVII*).

Los coeficientes del plano de regresión deben interpretarse:

- 1.- Cuando el radio corneal aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo aumenta en 4,836 unidades.
- 2.- Cuando la profundidad de la cámara anterior aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 1,194 unidades.
- 3.- Cuando el espesor del cristalino aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 3,960 unidades.
- 4.- Cuando la longitud vítrea aumenta en una unidad, manteniéndose constantes las demás variables, el error refractivo disminuye en 2,146 unidades.

### **GRUPO MIOPE 11-14 AÑOS**

El modelo de regresión obtenido paso a paso viene expresado:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 15,4837 + 2,3974 \text{ RADIO CORNEAL ANTERIOR} - 3,3969 \text{ ESPESOR CRISTALINO} - 1,4758 \text{ LONGITUD VITREA.}$$

El plano de regresión explica el 52,33% de la variabilidad del error refractivo, quedando fuera del modelo inicial de regresión lineal múltiple, la edad y la profundidad de la cámara anterior (*tabla CXLVIII*).

Los coeficientes del plano de regresión se interpretan:

- 1.- Cuando el radio corneal aumenta una unidad, manteniéndose constantes el espesor del cristalino y la longitud vítrea, el error refractivo aumenta en 2,397 unidades.
- 2.- Cuando el espesor del cristalino aumenta una unidad, manteniéndose constante el radio corneal y la longitud vítrea, el error refractivo disminuye 3,40 unidades.
- 3.- Cuando la longitud vítrea aumenta una unidad, manteniéndose constante el radio corneal y el espesor del cristalino, el error refractivo disminuye en 1,476 unidades.

### **MIOPE EDAD 15-18 AÑOS**

El plano de regresión viene dado por:

$$\text{ERROR REFRACTIVO} = 6,2477 - 0,4770 \text{ LONGITUD VITREA}$$

Este modelo explica el 17,72% de la variabilidad del error refractivo, quedando fuera del modelo de regresión lineal todas las variables excepto la longitud vítrea, de tal



manera que por cada unidad que aumente la longitud de la cámara vítrea el error refractivo disminuye en 0,477 unidades (*tabla CXLIX*).

Podemos resumir lo anteriormente expuesto de la siguiente forma:

- 1.- En la muestra general, sin tener en cuenta estado refractivo, a edades tempranas (de 6 a 10 años) el espesor del cristalino y la profundidad de la cámara anterior no intervienen en el modelo. En la edad de 11 a 14 años todas las variables son explicativas, pero a partir de los 15 años la variable edad deja de serlo.
- 2.- En el grupo emétrope, en edades tempranas todas las variables son explicativas, pero medida que se avanza en edad todas las variables dejan de serlo.
- 3.- En el grupo hipermétrope todas las variables son explicativas hasta la edad de 15 años, a partir de la cual, la profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino no lo son.
- 4.- En el grupo miope, la variable edad no es explicativa. La longitud vítrea es la única variable explicativa del error refractivo en la edad de 15 a 18 años.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

**Tabla CXXXIII**

**REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO TOTAL**  
**CASOS ANALIZADOS: 1362**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,4526**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 1358**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	3,3647	594,3265	EDAD	0,0540	0,0359
P.C.A.	-0,6319	31,7017	E. CRISTALINO	0,0170	0,3612
L. VITREA	-1,2730	821,4970			

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-3,5170	0,9628	-3,6528	0,0003
RADIO CORNEAL	3,3647	0,1380	24,3788	0,0000
P.C.A.	-0,6319	0,1122	-5,6304	0,0000
L. VITREA.	-1,2730	0,0444	-28,6618	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,4527      ERROR STANDARD= 1,0142

**Tabla CXXXIV**

**REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO TOTAL EDAD 6-10 AÑOS**  
**CASOS ANALIZADOS: 548**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,2668**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 544**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	-0,3812	139,2346	P.C.A.	0,0128	0,621
RADIO CORNEAL	0,7911	14,2774	E. CRISTALINO	0,0012	0,0006
L. VITREA	-0,3165	20,8300			

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	5,0802	1,3312	3,8162	0,0002
EDAD	-0,3812	0,0323	-11,7998	0,0000
RADIO CORNEAL	0,7911	0,2094	-3,7785	0,0002
L. VITREA	-0,3165	0,0693	4,5640	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,2668      ERROR STANDARD= 0,8238

*Tabla CXXXV*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO TOTAL EDAD 11-14 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 556

R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,6503

GRADOS DE LIBERTAD: 550

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	0,0847	4,7589			
RADIO CORNEAL	3,9196	425,7739			
P.C.A.	-1,0151	42,3941			
E. CRISTALINO	-3,7801	286,4936			
L. VITREA	-1,7753	754,7050			

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	13,4768	1,6979	7,9373	0,0000
EDAD	0,0847	0,0388	2,1815	0,0296
RADIO CORNEAL	3,9196	0,1900	20,6343	0,0000
P.C.A.	-1,0152	0,1559	-6,5111	0,0000
E. CRISTALINO	-3,7801	0,2233	-16,9261	0,0000
L. VITREA	-1,7753	0,0646	-27,4719	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,6503      ERROR STANDARD= 0,9320*Tabla CXXXVI*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO TOTAL EDAD 15-18 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 258

R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,6490

GRADOS DE LIBERTAD: 253

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	3,8310	216,0738	EDAD	0,0699	1,1740
P.C.A.	-1,4068	40,6819			
E. CRISTALINO	-2,0565	57,7013			
L. VITREA	-1,6887	382,9513			

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	9,3175	2,1670	4,2998	0,0000
RADIO CORNEAL	3,8310	0,2606	14,6994	0,0000
P.C.A.	-1,4068	0,2206	-6,3782	0,0000
E. CRISTALINO	-2,0565	0,2707	-7,5961	0,0000
L. VITREA	-1,6887	0,0863	-19,5691	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,6490      ERROR STANDARD= 0,8548

**Tabla CXXXVII****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO EMETROPE**  
**CASOS ANALIZADOS: 362**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,6808**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 358**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	0,5633	24,1331	EDAD	0,0538	0,9200
E. CRISTALINO	-0,2795	9,9659	P.C.A.	0,0410	0,5328
L. VITREA	-0,1644	15,5344			

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-1,0550	0,5564	-1,8962	0,0588
RADIO CORNEAL	0,5633	0,1147	4,9125	0,0000
E. CRISTALINO	-0,2795	0,0885	-3,1569	0,0017
L. VITREA	-0,1644	0,0417	-3,9414	0,0001

R<sup>2</sup>= 0, 0681      ERROR STANDARD= 0,2612

**Tabla CXXXVIII****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO EMETROPE EDAD 6-10 AÑOS**  
**CASOS ANALIZADOS: 97**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,0405**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 95**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	-0,0439	4,4581	R. CORNEAL	0,0980	0,7757
			P.C.A.	0,0982	0,7786
			E. CRISTALINO	0,1713	2,4187
			L. VITREA	0,1111	0,9991

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	0,0898	0,1804	0,4974	0,6203
EDAD	-0,0439	0,0208	-2,1114	0,0378

R<sup>2</sup>= 0, 0405      ERROR STANDARD= 0,2681

**Tabla CXXXIX****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO****GRUPO EMETROPE EDAD 11-14 AÑOS****CASOS ANALIZADOS: 168****R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,0795****GRADOS DE LIBERTAD: 166**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	0,3453	14,9071	EDAD	0,0423	0,2849
			P.C.A.	0,0209	0,0693
			E. CRISTALINO	0,0443	0,3126
			L. VITREO	0,1532	3,8192

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-2,9167	0,6982	-4,1777	0,0000
RADIO CORNEAL	0,3453	0,0895	3,8610	0,0002

**R<sup>2</sup> = 0, 0795      ERROR STANDARD = 0,2536****Tabla CXL****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO****GRUPO EMETROPE EDAD 15-18 AÑOS****CASOS ANALIZADOS: 97****R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,0000****GRADOS DE LIBERTAD: 96**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
			EDAD	0,1228	1,3480
			R. CORNEAL	0,0668	0,3939
			P.C.A.	0,0171	0,0259
			E. CRISTALINO	0,0419	0,1546
			L. VITREO	0,1454	1,9012

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-0,2556	0,0295	-8,6465	0,0000

**R<sup>2</sup> = 0, 0000      ERROR STANDARD = 0,2804**

**Tabla CXL****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO HIPERMETROPE**  
**CASOS ANALIZADOS: 793**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,0066**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 791**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	0,2484	4,9671	EDAD	0,0522	2,0398
			PCA	0,0504	1,9033
			E. CRISTALINO	0,0227	0,3860
			L. VITREA	0,0718	3,8749

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	-0,8014	0,8762	-0,9146	0,3607
RADIO CORNEAL	0,2484	0,1115	2,2287	0,0261

R<sup>2</sup>= 0,0053      ERROR STANDARD= 1,2090

**Tabla CXLII****REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO**

**GRUPO HIPERMETROPE EDAD 6-10 AÑOS**  
**CASOS ANALIZADOS: 385**  
**R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,5268**  
**GRADOS DE LIBERTAD: 379**

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	-0,0602	4,2138			
R. CORNEAL	3,2046	208,4966			
P.C.A.	-1,1003	31,0658			
E. CRISTALINO	-1,3916	25,9404			
L. VITREO	-1,2447	218,2983			

**MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO**

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	4,6874	1,8534	2,5291	0,0119
EDAD	-0,0602	0,0293	-2,0528	0,0409
RADIO CORNEAL	3,2046	0,2219	14,4394	0,0000
P.C.A.	-1,1003	0,1974	-5,5737	0,0000
E. CRISTALINO	-1,3916	0,2732	-5,0932	0,0000
L. VITREA	-1,2447	0,0842	-14,7749	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,5268      ERROR STANDARD= 0,6944

*Tabla CXLIII*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO HIPERMETROPE EDAD 11-14 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 300

R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,5887

GRADOS DE LIBERTAD: 294

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	0,1312	6,8723			
R. CORNEAL	2,9255	152,1809			
P.C.A.	-0,9550	20,2942			
E. CRISTALINO	-3,8622	197,5327			
L. VITREO	-1,5076	278,3404			

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	16,9183	2,0658	8,1897	0,0000
EDAD	0,1312	0,0500	2,6215	0,0092
RADIO CORNEAL	2,9255	0,2372	12,3362	0,0000
P.C.A.	-0,9550	0,2120	-4,5049	0,0000
E. CRISTALINO	-3,8622	0,2748	-14,0546	0,0000
L. VITREA	-1,5076	0,0904	-16,6835	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,5887      ERROR STANDARD= 0,8908*Tabla CXLIV*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO HIPERMETROPE EDAD 15-18 AÑOS

CASOS ANALIZADOS: 108

R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,6115

GRADOS DE LIBERTAD: 104

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
EDAD	-0,1640	5,5180	P.C.A.	0,1262	1,6028
R. CORNEAL	2,9217	65,3905	E. CRISTALINO	0,1238	1,5405
L. VITREA	-1,3207	140,4317			

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	1,4983	2,5958	0,5772	0,5651
EDAD	-0,1640	0,0698	-2,3490	0,0208
RADIO CORNEAL	2,9217	0,3613	8,0864	0,0000
L. VITREA	-1,3207	0,1114	-11,8504	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,5958      ERROR STANDARD= 0,8120

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

*Tabla CXLV*

REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE  
CASOS ANALIZADOS: 207  
R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,0176  
GRADOS DE LIBERTAD: 205

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	0,8611	4,5875	EDAD	0,0467	0,4334
			PCA	0,0429	0,3643
			E. CRISTALINO	0,0341	0,2302
			L. VITREA	0,0594	0,7006

MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	4,9606	3,1356	1,5820	0,1152
RADIO CORNEAL	0,8611	0,4020	-2,1418	0,0334

R<sup>2</sup>= 0,0176      ERROR STANDARD= 1,3076

*Tabla CXLVI*

REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE EDAD 6-10 AÑOS  
CASOS ANALIZADOS: 66  
R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,7774  
GRADOS DE LIBERTAD: 61

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	4,8362	70,0346	EDAD	0,2439	3,1632
P.C.A.	-1,1938	5,0026			
E. CRISTALINO	-3,9595	21,3732			
L. VITREA	-2,1458	192,6687			

MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	13,6483	5,0503	2,7025	0,0093
RADIO CORNEAL	4,8362	0,5779	8,3687	0,0000
P.C.A.	-1,1938	0,5337	-2,2367	0,0000
E. CRISTALINO	-3,9595	0,8565	-4,6231	0,0297
L. VITREA	-2,1458	0,1546	-13,8805	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,7774      ERROR STANDARD= 0,7983



*Tabla CXLVII*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE EDAD 11-14 AÑOS  
 CASOS ANALIZADOS: 88  
 R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,5233  
 GRADOS DE LIBERTAD: 84

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
RADIO CORNEAL	2,3974	8,6682	EDAD	0,0003	0,0000
E. CRISTALINO	-3,3969	31,9730	P.C.A.	0,0566	0,2628
L. VITREA	-1,4759	66,3161			

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	15,4837	4,9949	3,0999	0,0026
RADIO CORNEAL	2,3974	0,8143	2,9442	0,0042
E. CRISTALINO	-3,3969	0,6007	-5,6545	0,0000
L. VITREA	-1,4758	0,1812	-8,1435	0,0000

R<sup>2</sup>= 0,5233      ERROR STANDARD= 0,9115

*Tabla CXLVIII*

## REGRESIÓN PASO A PASO ERROR REFRACTIVO

GRUPO MIOPE EDAD 15-18 AÑOS  
 CASOS ANALIZADOS: 53  
 R<sup>2</sup> STEPWISE: 0,1772  
 GRADOS DE LIBERTAD: 51

VAR. ENTRANTES	COEFICIENTE	F-REMOVE	VAR. SALIENTES	CORR. PARCIAL	F-ENTER
L. VITREA	-0,4770	11,7660	EDAD	0,1993	1,9847
			R. CORNEAL	0,0951	0,4380
			P.C.A.	0,0143	0,0099
			E. CRISTALINO	0,2153	2,3343

## MODELO RESULTANTE DE LA REGRESIÓN PASO A PASO

VARIABLE INDEPEND.	COEFICIENTE	ERROR STANDARD	t	NIVEL SIGNIF.
CONSTANTE	6,2477	2,3057	2,7097	0,0093
L. VITREA	-0,4770	0,1391	-3,4302	0,0012

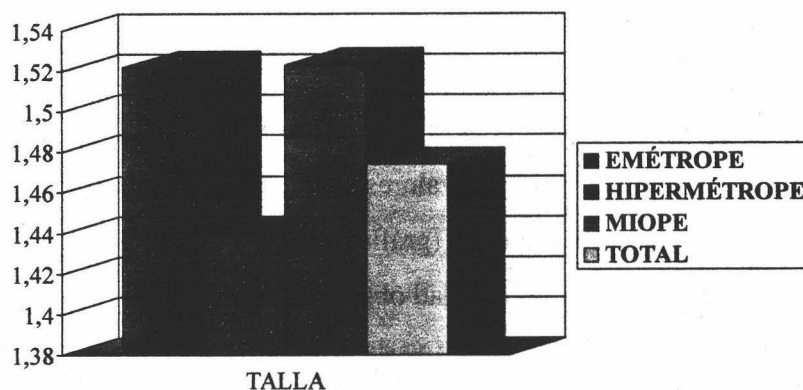
R<sup>2</sup>= 0,1772      ERROR STANDARD= 0,7922



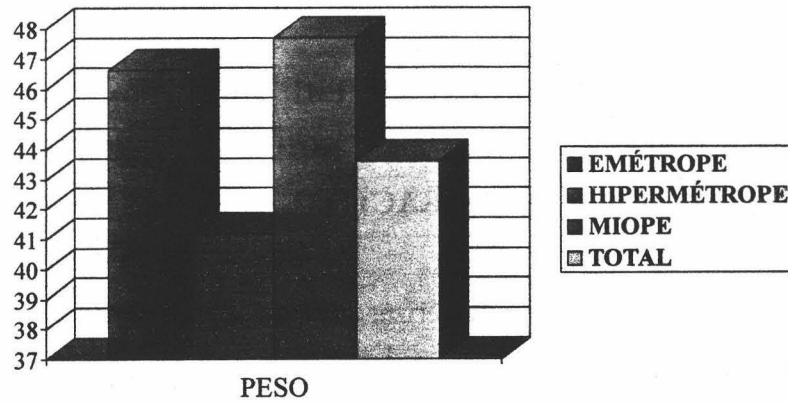
#### IV.-4 ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÓRFICAS Y NIVELES ACADÉMICOS DE LA POBLACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL DESARROLLO DEL ESTADO REFRACTIVO.

Siguiendo en la línea de caracterizar nuestra población, en el presente apartado analizamos las posibles diferencias entre los grupos refractivos así como las posibles relaciones que puedan existir entre las variables antropomórficas medidas (talla, peso y perímetro craneal) y los componentes biológicos oculares que determinan el estado refractivo.

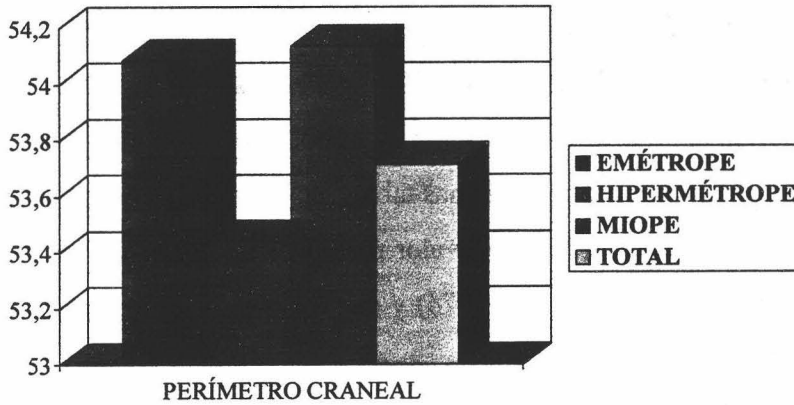
En las *tablas II, III, IV y V* se muestran la estadística básica descriptiva de tales variables. En las *tablas VI, VII, VIII, IX, X y XI* las diferencias significativas de las variables antropomórficas entre los diferentes grupos refractivos y categorías de edad en que se ha segregado la muestra. De dichas tablas, en un primer análisis observamos que no existen diferencias significativas en el valor medio de las variables antropomórficas entre emétopes y miopes (*gráfica 74, 75 y 76*) y que los hipermétropes presentan valores más bajos que los dos grupos anteriores.



**Gráfica 74:** Valores medios de la variable talla en los diferentes grupos refractivos

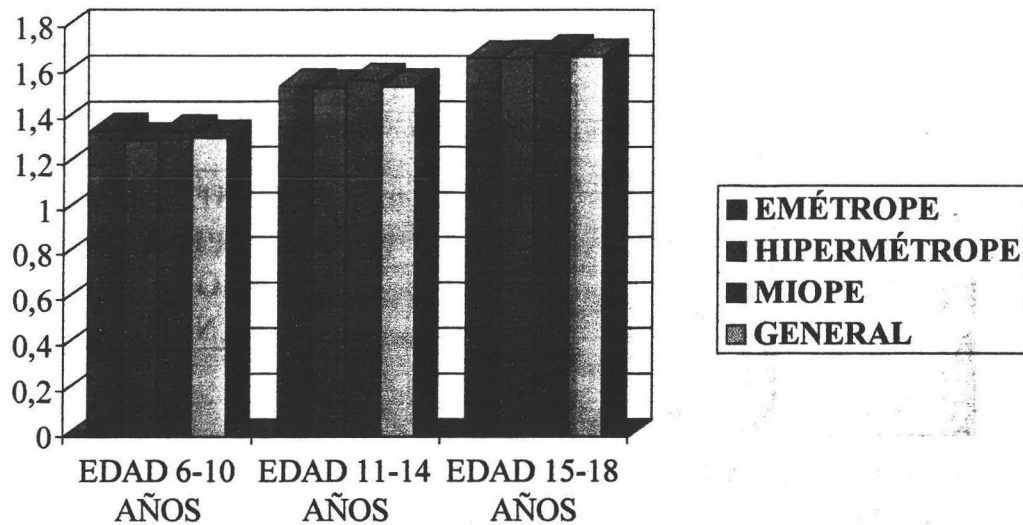


**Gráfica 75:** Valores medios de la variable peso en los diferentes grupos refractivos.

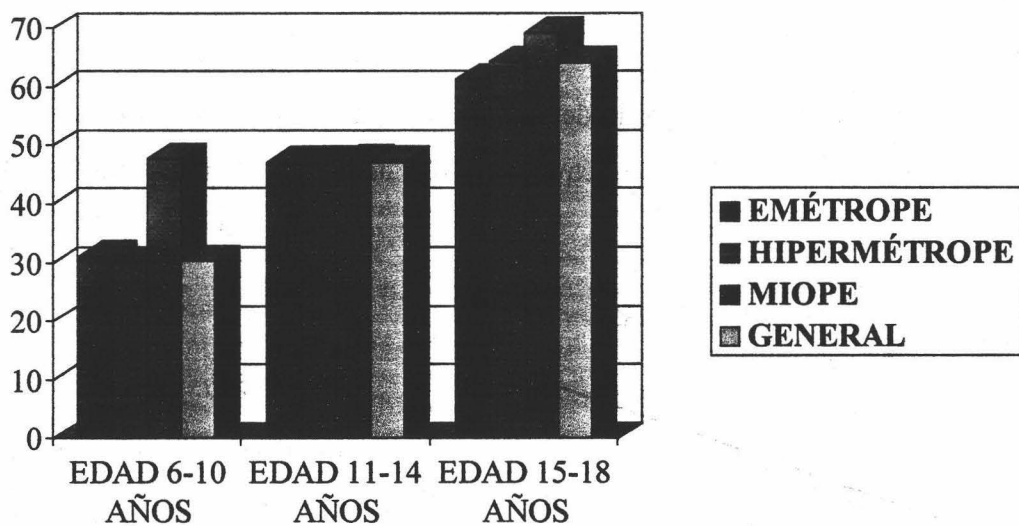


**Gráfica 76:** Valores medios de la variable perímetro craneal en los diferentes grupos refractivos

Como era de esperar todos los grupos refractivos presentan diferencias significativas respecto a la edad, es decir, los valores medios de talla, peso y perímetro craneal son mayores conforme aumenta la edad (gráfica 77, 78 y 79). Si comparamos los diferentes grupos refractivos por categorías de edad observamos que al grupo hipermetrope le corresponden los valores más pequeños de las variables anteriores en el grupo de edad de 6-10 años, no encontrándose a ésta edad diferencias significativas entre emétopes y miopes.

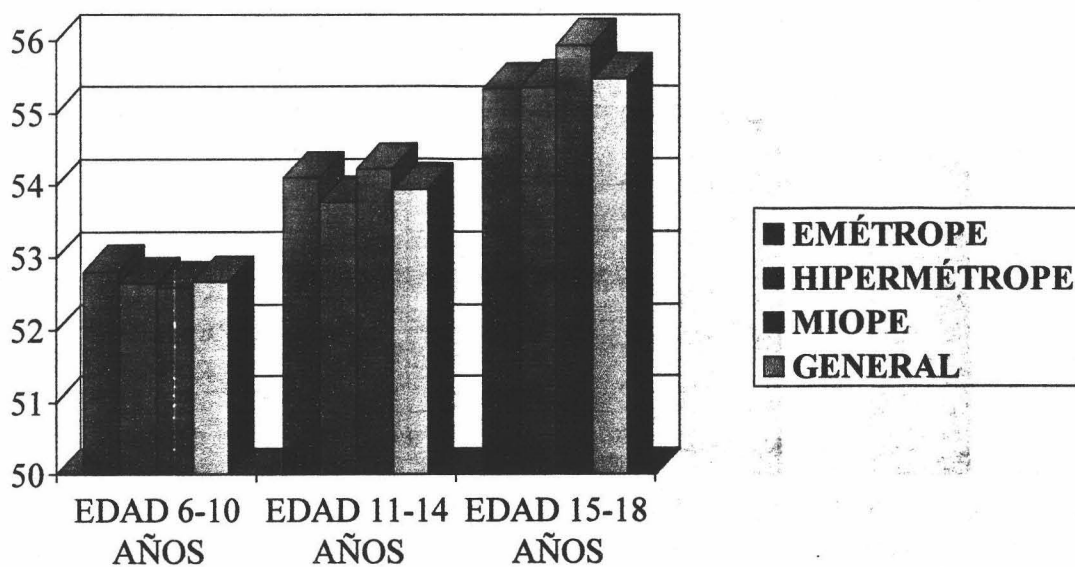


**Gráfica 77:** Comparación de valores medios de la variable talla en las diferentes categorías de edad y estados refractivos



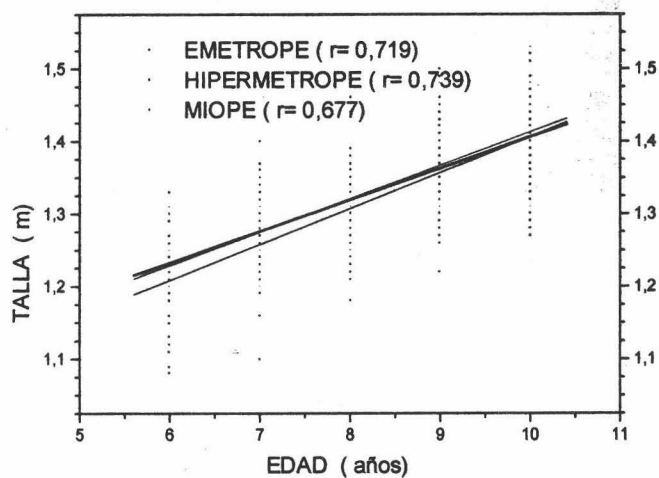
**Gráfica 78:** Comparación de valores medios de la variable peso en las diferentes categorías de edad y estados refractivos

Estas gráficas también indican que a la edad de 11-14 años sólo se encuentran diferencias significativas entre hipermetrópicas y miope. A la edad de 15-18 años estas diferencias no existen entre grupos refractivos.

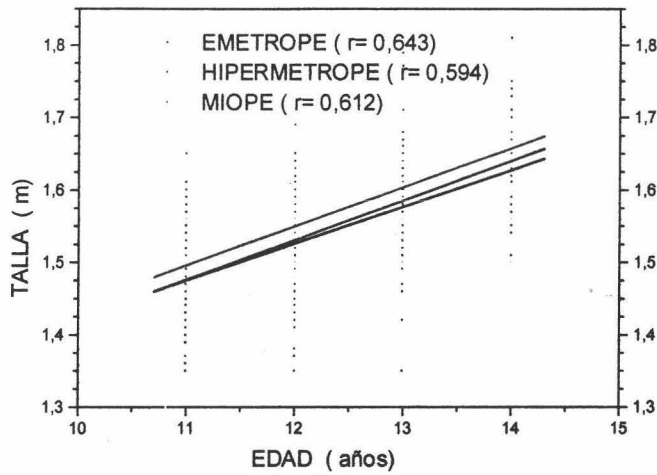


**Gráfica 79:** Comparación de valores medios de la variable perímetro craneal en las diferentes categorías de edad y estados refractivos

De la gráficas 80 a la 88 destacamos que las tres variables analizadas alcanzan una meseta en su crecimiento a partir de los 14 años de edad en todos los grupos refractivos excepto en el grupo hipermetrope, quizás debido a su inmadurez en el desarrollo.

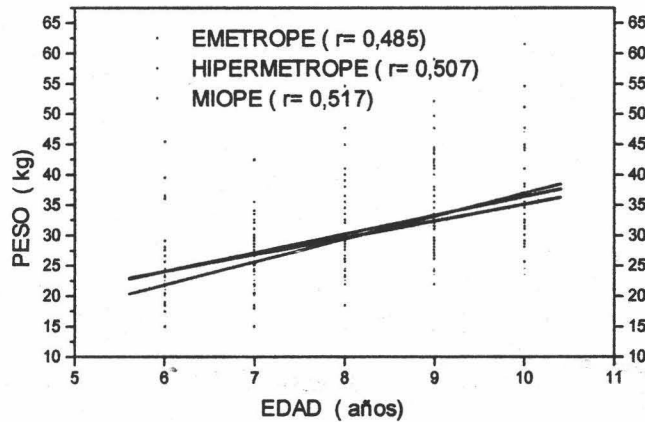
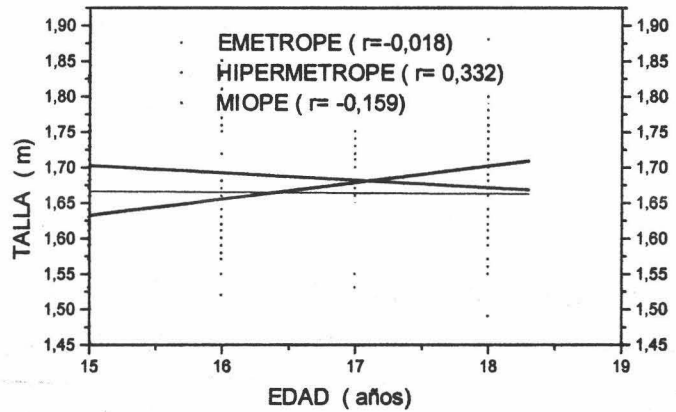


**Gráfica 80:** Evolución de la talla respecto a la edad en la categoría de edad de 6-10 años

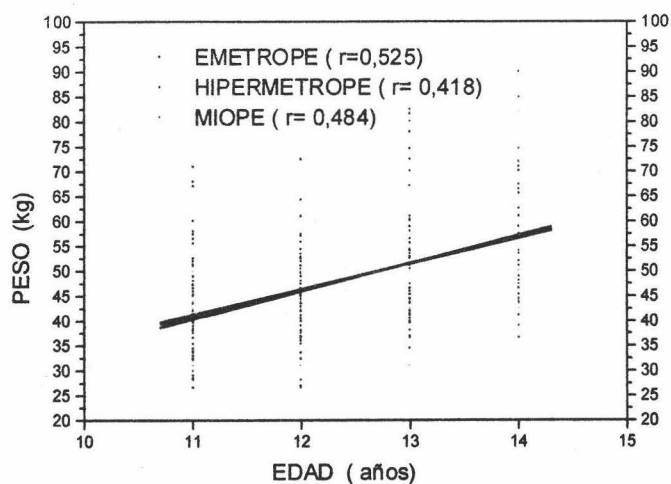


**Gráfica 81:** Evolución de la talla respecto a la edad en la categoría de edad de 11-14 años.

**Gráfica 82:** Evolución de la talla respecto a la edad en la categoría de edad de 15-18 años

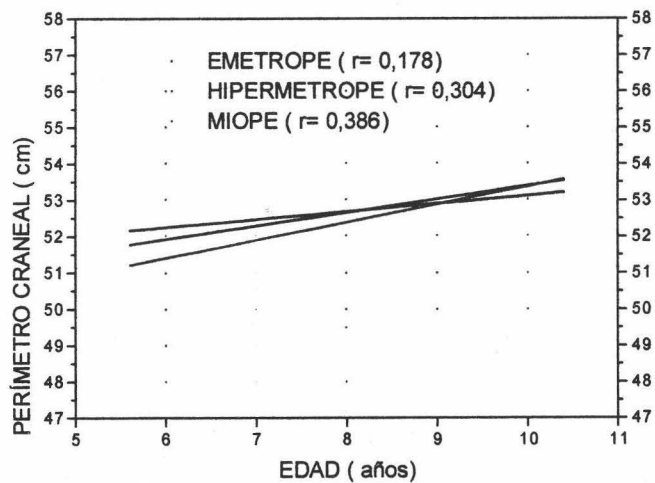
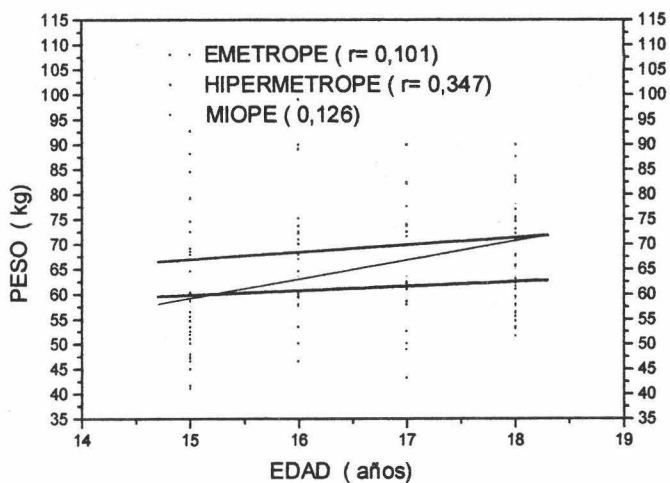


**Gráfica 83:** Evolución del peso respecto a la edad en la categoría de edad de 6-10 años



**Gráfica 84:** Evolución del peso respecto a la edad en la categoría de edad de 11-14 años

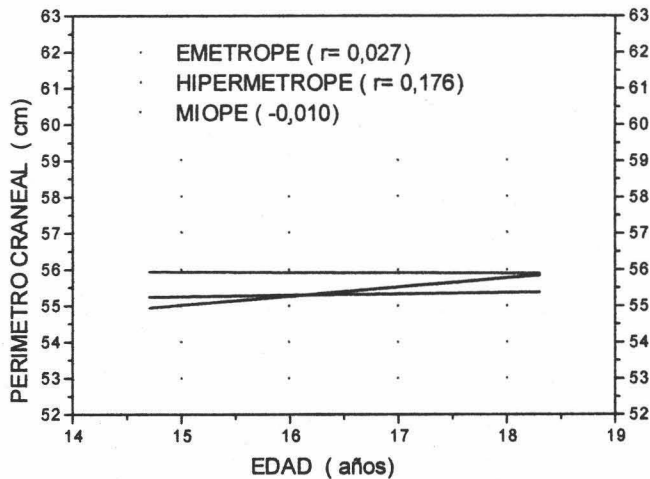
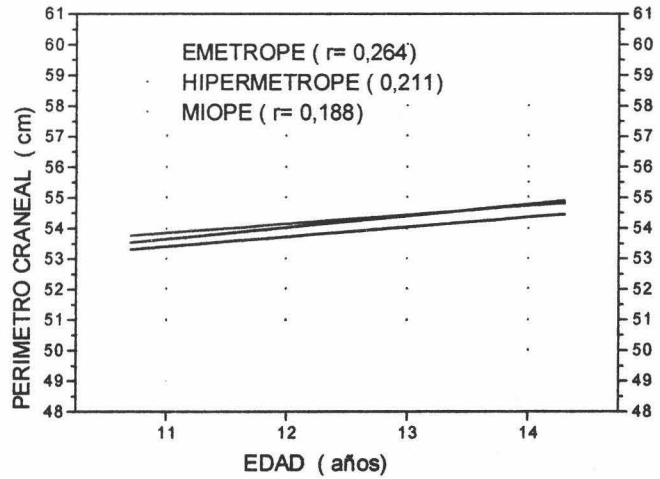
**Gráfica 85:** Evolución del peso respecto a la edad en la categoría de edad de 15-18 años.



**Gráfica 86:** Evolución del perímetro craneal respecto a la edad en la categoría de edad de 6-10 años.



**Gráfica 87:** Evolución del perímetro craneal respecto a la edad en la categoría de edad de 11-14 años



**Gráfica 88:** Evolución del perímetro craneal respecto a la edad en la categoría de edad de 15-18 años

Con el objetivo de confirmar si el crecimiento ocular sigue un patrón coordinado de crecimiento a nivel cerebral y a nivel esquelético, como reseñó **DUKE-ELDER & COOK (1963)**, analizamos las correlaciones entre los componentes ópticos del ojo con las variables antropomórficas medidas en el presente estudio. En las *tablas CXIII a CXVI* se detallan las correlaciones entre las mismas. De ellas destacamos:

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

---

- Los valores más altos de correlación de las variables antropomórficas se dan con el radio corneal, longitud vítrea y longitud axial. Para los tres grupos refractivos no existen grandes diferencias respecto a la muestra general y entre ellos .

-En el grupo emétrope e hipermétrope los máximos valores de correlación se dan en la categoría de edad de 6-10 años, mientras que en el grupo miope a ésta edad apenas existe tal correlación.

- En la categoría de edad de 11-14 años es el grupo miope el que presenta mayores valores de correlación, coincidiendo con el incremento de la longitud axial en este grupo.

- En la categoría de edad de 15-18 años el comportamiento es inexplicable.

El último objetivo que nos hemos propuesto es comprobar si existe asociación entre el estado refractivo de la población estudiada con el nivel intelectual y nivel de aplicación escolar. Para ello, utilizamos el test de asociación  $\chi^2$  con tablas de contingencia

En nuestro caso, la hipótesis nula  $H_0$  a contrastar es que todos los individuos que caen en un determinado grupo refractivo es la misma con la clasificación de los tres niveles académicos, y esto es válido para todos los grupos refractivos, es decir que la proporción de individuos con nivel académico bueno es la misma en todos los grupos refractivos, que la proporción de individuos con nivel académico medio es la misma en todos los grupos refractivos, y que la proporción de individuos con nivel académico malo es la misma en todos los grupos refractivos. Por el contrario, la hipótesis alternativa  $H_1$  será aquella en la que alguna de las afirmaciones anteriores no es cierta.

La tabla CXLIX representa la tabla de contingencia para dicho estudio.

	BUENO		MEDIO		MALO		TOTALES (C <sub>j</sub> )
EMÉTROPE	27	<b>31,36</b>	105	<b>103,39</b>	49	<b>46,25</b>	181
HIPERMÉTROPE	67	<b>68,62</b>	228	<b>226,20</b>	101	<b>101,18</b>	396
MIOPE	24	<b>18,02</b>	56	<b>59,41</b>	24	<b>26,57</b>	104
TOTALES (F <sub>i</sub> )	118		389		174		681

*Tabla CXLIX: Tabla de contingencia para los tres grupos refractivos según el nivel académico (en carácter normal aparecen los individuos observados y en negrita los individuos esperados, calculados por la expresión  $E_{ij} = F_i \times C_j / T$ , siendo T el total de individuos analizados).*

La discrepancia entre lo observado y lo esperado se mide por la tradicional  $\chi^2_{exp}$  que, viene dada por:

$$\chi^2_{exp} = \sum_i \sum_j (O_{ij}^2 / E_{ij}) - T.$$

Bajo  $H_0$ , la cantidad  $\chi^2_{\text{exp}}$  ha de seguir una  $\chi^2$  teórica con 4 grados de libertad. Comparando  $\chi^2_{\text{exp}} = 3,269$  con una  $\chi^2$  teórica se obtiene que  $\chi^2_{\text{exp}} < \chi^2_{\text{teórica}}$ , a un nivel de significación de  $p < 0,05$ , y por tanto debemos de aceptar la hipótesis nula  $H_0$ , por lo que no existen diferencias respecto al nivel académico entre grupos refractivos.

## DISCUSIÓN

Existe un cierto consenso universal de un gran número de autoridades científicas sobre determinadas cuestiones a cerca del estado refractivo ocular en el ser humano, aunque en algun caso discutibles, a saber:

1.- El estado refractivo depende de la combinación de factores determinantes como la potencia corneal, la potencia del cristalino, la separación entre ambos componentes oculares y la posición del plano retiniano.

2.- Aunque desde el punto de vista físico podemos hacer una aproximación real y a la vez bastante acertada del estado refractivo, desde un punto de vista biológico no son del todo conocidos ciertos fenómenos que la física puede explicar convenientemente.

La emetropía como estado refractivo, no está determinada por unos valores prefijados de los componentes que la causan, sino que es el resultado de una armonización o correlación entre los mismos, es decir, se trata de un estado refractivo ideal desde un punto de vista físico, pero no desde un punto de vista biológico, que considera tal manifestación refractiva como una adaptación del ojo a las exigencias del medio en que se desarrolla, aunque partiendo de una base genética conseguida a través de la evolución en la escala filogenética (LEGRAND, 1965). Aunque todos los componentes de la refracción se distribuyen según una curva normal, la distribución de las ametropías con concentración de errores refractivos cercanos a la emetropía ha llevado a la aceptación general de un patrón dinámico de correlación entre variables (STEIGER, 1916).

En cualquier caso, parece claro que la emetropía y la hipermetropía responden al mismo patrón de comportamiento y pueden ser ambas incluidas en un mismo grupo

conceptual (aún entendiendo que la hipermetropía es tan defecto refractivo como la miopía), y ambas están claramente diferenciadas de la miopía como grupo independiente. La hipermetropía puede ser considerada como un estado de inmadurez respecto a la emetropía, e incluso en esta ametropía la posición del plano retiniano estaría determinada genéticamente (STRANG et al, 1998), y sin embargo, la miopía no puede ser considerada desde un punto de vista conceptual, como un estado de hipermadurez con respecto a la emetropía, y no se le puede imputar a la genética todas sus variaciones.

3.- En muy pocas ocasiones la función de los órganos y tejidos que conforman la economía del ser vivo depende tanto de su evolución, entendida esta desde el punto de vista del crecimiento. Los primeros años de vida determinarán unas condiciones iniciales diferentes de unos individuos a otros, y que con posterioridad influirán en las distintas adaptaciones o modificaciones que el sistema visual en general debe realizar.

El crecimiento, armónico o no, de los elementos del globo ocular que determinan el estado refractivo tienden o deberían tender a la configuración de un órgano con iguales características. Como dijo SORSBY et al (1957) un exceso en un componente puede ser compensado por un ajuste en otro para alcanzar la emetropía partiendo de múltiples dimensiones entre los componentes oculares, e incluso el crecimiento del globo no tiene porqué ser diferente aún cuando parta de dimensiones distintas.

Aunque la evolución del estado refractivo hacia una configuración más o menos prefijada para el resto de la vida se produce groseramente durante los tres primeros años de vida, es a partir de esta edad, cuando el ajuste o desajuste emetrópico se consolida, de tal manera que la prevalencia de errores refractivos antes de la escolarización ( en casos de miopía alcanza el 2% aproximadamente, y en caso de hipermetropía cercana al 90%, habida cuenta de que supone una reserva fisiológica frente al desarrollo estructural del ojo) no coincide con la incidencia de las mismas, y a partir de ésta edad, se puede decir que la incidencia se va igualando a la prevalencia. Esto es interpretado desigualmente por los

autores consultados: unos lo creen debido a la función visual ( stress visual) ( CURTIN, 1985; WALMAN et al., 1987; PÄRSINENN & LYYRA, 1993), otros debido al crecimiento natural del ojo o combinación de ambos ( RICHLER & BEAR, 1980; GOLDSCHMIDT, 1981).

Un posible mecanismo de dicho proceso es aquel en el que el crecimiento ocular normalmente cesa cuando la emetropía es alcanzada (GOSS et al, 1990). Los cambios que ocurren durante el primer año de vida, sobre todo en longitud axial y radio corneal, representa una disminución importante en la potencia ocular, desde 90 dioptrías al nacer a 75 dioptrías al año de vida (LUYCKX, 1966; GRIGNOLO & RIVARA, 1968). A pesar de esta gran disminución en potencia, otros estudios han mostrado pequeños errores refractivos residuales de + 1 D.  $\pm$  2 D. (INGRAM & BARR, 1979; FULTON et al, 1980; MOHINDRA & HELD, 1981; HOWLAND & SAYLES, 1987; WOOD & HODI, 1995). La infancia es un tiempo de rápido crecimiento ocular en la mayoría de los niños. A pesar de esto, el rápido incremento en longitud axial y la pérdida de 20 dioptrías o más en la potencia del cristalino, la prevalencia de la miopía está sobre el 2% cuando se inicia la escolarización (BLUM et al, 1959). Por el contrario durante este periodo, cuando la media de crecimiento ocular se espera en 1 mm (LARSEN, 1971) la prevalencia de la miopía incrementará hasta el 15% a la edad de 15 años (BLUM et al, 1959; SORSBY et al, 1961; ZADNIK et al, 1993) e incluso al 50% en niños japoneses a la edad de 12 años (KOZAKI, 1969). Entre la edad de 6 y 12 años, el error refractivo decrece de baja hipermetropía hacia emetropía, con una típica distribución leptocúrtica para la cercana emetropía y mayor porcentaje de miopes que hipermétropes (ZADNIK et al, 1993; 1995). La hipermetropía a una edad temprana sirve pues como reserva frente al desarrollo de la miopía en edades tardías (GARNER et al, 1990). La media refractiva decrece rápidamente a una hipermetropía de + 2 dioptrías al tercer año de vida. De los 4 a los 6 años solo hay pequeños cambios, alcanzando la mayoría de los ojos la emetropía.

El crecimiento del ojo es más rápido en los dos o tres primeros años de vida, en los cuales la córnea ya ha quedado configurada prácticamente en su totalidad (VON REUSS, 1881; KEENY, 1951; GORDON & DONZIS, 1985; FLEDELIUS & STUBGAARD,

1986), pero cambios considerables ocurren en las dimensiones oculares después de este periodo (SORSBY et al, 1961). Desde la edad de 3-5 años a la edad de 14-16, la potencia del cristalino disminuye aproximadamente en 2 dioptrías y la longitud axial incrementa aproximadamente 1 mm, mientras que la córnea cambia poco su potencia (SORSBY et al, 1957, 1961; GARNER et al, 1990; ZADNIK et al, 1995). Los datos de SORSBY et al (1957,1961) sugieren un patrón de crecimiento coordinado, con reducción de potencia corneal y cristaliniana relacionada con un incremento de la longitud axial. Recordemos que 0,37 mm de incremento axial supone un cambio refractivo de 1 D. (CARROL, 1981). La cuestión que se nos presenta es si la compensación por estos componentes refractivos es el resultado del crecimiento normal del globo ocular, que lleva consigo un aplanamiento de la córnea y un aumento del radio de curvatura de las superficies del cristalino, o si existe algún factor que altere este crecimiento.

Mientras la córnea del recién nacido es de 3-5 dioptrías más potente que la de un niño de 6 años (SORSBY et al, 1961; ZADNIK et al, 1993) esta diferencia representa una pequeña proporción de la potencia ocular perdida en los primeros años de vida. Por lo tanto, parece que el cristalino y la longitud axial deben jugar un papel importante en la disminución de la potencia ocular durante el primer año de vida. De cualquier modo, el conocimiento del cristalino en niños proviene de un estudio realizado hace unos noventa años de una serie de ojos de cadáveres (VON PFLUGK, 1909). El ojo esquemático de LOTMAR (1976) está basado en estos datos limitados. WOOD et al (1996) midieron las dimensiones del cristalino infantil in vivo, y lo comparan con valores del cristalino a los 6 años, no encontrando variación excesiva entre los mismos. ZADNIK et al (1993) si encuentran variación en el índice del cristalino con la edad, que disminuye de 1.49 D. a 1.431 D.. MUTTI et al (1995) observan una disminución de la potencia del cristalino con la edad de 46.7 D. a 25 D., pero ésta disminución no se debe a los radios de curvatura de las superficies del cristalino, aunque sí verificaron que a mayor edad menor hipermetropía. WOOD et al (1996) sugieren que el índice del cristalino es un parámetro importante en estos cambios tempranos de su potencia. Recientes análisis del índice del cristalino en niños, explican la estructura de gradiente de índice sobre la óptica paraxial. Reducciones en dicho índice indicarían cambios en el perfil de gradiente ecuatorial más que una



disminución en el núcleo o incremento de índice en la corteza (MUTTI et al, 1995). Dicho perfil puede ser una importante causa del proceso por el cual, la potencia del cristalino evoluciona con la longitud axial en niños para mantener la emetropía y eludir la miopía. Por otro lado, la longitud axial es de 17 mm al nacer (GERNET, 1964; LUYCKX, 1966; LARSEN, 1971; FLEDELIUS, 1992) y crece rápidamente llegando a ser de 21,5-22,5 mm a los 6 años de edad (LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993).

El incremento de la profundidad de la cámara anterior durante la edad de crecimiento humano es un hecho constatado (SORSBY et al, 1971; LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993, 1995) para posteriormente disminuir (WEEKERS et al, 1967; FONTANA & BRUBAKER, 1980). Los cambios de la misma con la edad pueden tener gran importancia en las ametropías, si las dimensiones de la cámara anterior no son comunes. Así pues, la profundidad de la cámara anterior se relaciona con el grado de ametropía del ojo (LINDSTEDT, 1916; RAEDER, 1922; HEIM, 1941; CALMETTES et al, 1958), correspondiendo cámaras más profundas en la ametropía miópica y cámaras más cortas en hipermetropía (WEEKERS et al, 1967; LARSEN, 1971; TOMLINSON & LEIGHTON, 1973; FONTANA & BRUBAKER, 1980).

El principal responsable del proceso de emetropización es la elongación axial del globo ocular. La longitud axial es aproximadamente 17 mm al nacer (GERNET, 1964; LUYCKX, 1966; LARSEN, 1971; FLEDELIUS, 1992) y crece rápidamente llegando a alcanzar 21,5-22,5 mm a los 6 años de edad (LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993). Basados en estudios transversales y en algunos datos longitudinales, SORSBY et al (1961) y SORSBY & LEARY (1970) sugirieron que el incremento en longitud axial cesa a los 13 años de edad e incluso antes. LARSEN (1971) y TANE & KOHNO (1983) aportaron en sus estudios transversales que el crecimiento ocular cesa a los 13 años. ZADNIK et al (1995) limitan este crecimiento aproximadamente a los 14 años. GARNER et al (1990) no encuentran indicios de crecimiento axial después de la pubertad. Si no existen cambios en los otros componentes oculares, un incremento en la profundidad de la cámara vítrea produciría un cambio miópico en el error refractivo. Las compensaciones en los otros componentes oculares (aplanamiento corneal, cámaras anteriores pequeñas y aplanamiento

o delgadez del cristalino) neutralizarían este cambio. La coordinación entre la magnitud dióptrica de crecimiento del vítreo y una disminución de la potencia ocular, crea un ojo en desarrollo que permanece ligeramente hipermetrope, disminuyendo este valor hipermetrópico hacia la emetropía. El crecimiento coordinado entre vítreo y la disminución de potencia del cristalino parece romperse en el desarrollo del ojo miope, debido en parte a que el crecimiento axial supera al ecuatorial (**REMPT et al, 1971; ZADNIK et al, 1993**). El cambio en las dimensiones oculares cuando se inicia la miopía, ocurriría de un modo semejante al inflado de un globo de feria, es decir, el crecimiento es tanto ecuatorial como axial, pero una vez superada ciertas dimensiones, el ojo crece principalmente en su dimensión axial, a expensas de la cámara vítrea, sin que se modifique la longitud del segmento anterior del globo, como refería también **KORETZ et al. (1995)**. Estudios longitudinales muestran que la elongación vítrea es la principal causa de la progresión miópica adolescente (**GROSVENOR & SCOTT, 1993; GROSVENOR, 1994; MCBRIEN & ADAMS, 1997**).

Además sabemos que el grado de miopía aumenta más cuanto mayor es el mismo, y cuanto más temprano es el inicio (**SEPTON, 1984; GROSVENOR et al, 1987**), es decir, se establece un mayor desequilibrio entre potencia y eje, a mayor defecto miópico haciendo muy inestable el estado refractivo del miope, condición que lo distingue del hipermetrope en el cual a mayor defecto hipermetrópico mayor grado de involución, y por tanto mayor estabilidad en el curso evolutivo del defecto hipermetrópico, en relación al crecimiento (**INGRAM et al, 1991; STRANG et al, 1998**). No obstante, este concepto no es del todo aplicable a la relación entre desarrollo físico del conjunto de individuos que componen una comunidad y el estado del que parten los órganos y tejidos de cada uno de los mismos, ya que las variables antropomórficas de los individuos europeos actualmente son mayores que las de sus antecesores, incluido también el tamaño ocular. Esto nos podría indicar que el ojo parte de unas condiciones de tamaño mayores, y por tanto su tendencia al crecimiento disarmónico podría dar lugar a la aparición de la miopía como estado natural al que se llega por un crecimiento no condicionado del órgano. Sin embargo la bibliografía consultada nos muestra que existen comunidades en las que ha aumentado la prevalencia miópica, sin que hayan aparecido cambios importantes en el tamaño de sus

variables antropomórficas y además, cuando algunas de estas comunidades se ha culturizado, aparece un número elevado de sujetos entre sus miembros, que presentan miopía (BONIUK, 1973; CURTIN, 1985; JENSEN, 1995) y no han cambiado apenas los elementos estructurales del ojo (YOUNG, 1969; ALSBIRK, 1977).

4.- De modo empírico creemos saber que la función condiciona al órgano y por ende a su futura función, pero no es posible establecer un modelo que explique el fenómeno ni que lo reproduzca de modo experimental (la modificación de los supuestos factores que condicionan la miopización por el trabajo cercano, no supone una modificación del comportamiento de determinados sujetos en su tendencia hacia la adquisición de determinados defectos refractivos).

Si los individuos de una comunidad parten de un estado refractivo, donde la hipermetropía es la norma (sociedad poco evolucionada) y su visión lejana es aceptable, no podemos afirmar que su defecto condiciona desde un punto de vista sensorial, la aparición de un mecanismo neurológico no conocido que haga progresar al ojo hacia la miopía, tal como la imagen desenfocada de los objetos o la calidad de la imagen retiniana (GOSS et al, 1988; GOSS & WICKHAM, 1995). Si el mecanismo de compensación de los defectos hipermetrópicos (acomodación) no pudiese corregir la imagen desenfocada en estos individuos, se pondría en marcha el fenómeno de miopización, y por tanto las sociedades rurales llegarían a ser en su mayoría miopes, que está en contraposición a la literatura consultada (MORGAN & MUNRO, 1973; JOHNSON, 1988). Si en visión lejana acomodan y compensan dicho defecto hipermetrópico, en visión cercana lo harán del mismo modo, sobre todo en época de máxima plasticidad cristaliniiana. Sin embargo, en edad infantil pudiera utilizarse dicho mecanismo, de existir, para compensar los defectos hipermetrópicos debido a su edad, lo que parece estar en consonancia con la observación de que los defectos hipermetrópicos leves no tienden a su desaparición con la edad, cuando estos son compensados mediante correcciones ópticas por existir un defecto estrábico que obliga a su uso (DOBSON et al, 1986; INGRAM et al, 1991), ya que en la edad considerada no es posible achacar a la acomodación cualquier cambio por no estar desarrollada la misma. Experiencias de nuestro Departamento en Ecuador nos indican que

en las zonas muy pobres la agudeza visual de los individuos no es satisfactoria por los pequeños defectos hipermetrópicos no compensados a edades jóvenes por el mecanismo acomodativo, que ocasionan imágenes borrosas, y sin embargo siguen siendo hipermétropes (¿la imagen borrosa condiciona el crecimiento disarmónico?).

La acomodación es el cajón de sastre donde todo cabe debido al dinamismo de su naturaleza, y se dice que modifica el desarrollo del estado refractivo por aumento de la presión de la cámara posterior durante el acto acomodativo (aunque los hipotensores oculares no cambian la tendencia progresiva de la miopía, **HOSAKA, 1988; JENSEN, 1988, VOGEL, 1988**), y que al acompañarse de convergencia, la presión de la cámara vítrea aumenta por la presión de los músculos extraoculares (aunque la ciclopi funcional ni la utilización de prismas que anulen la convergencia modifican su tendencia progresiva miópica, **NUGENT, 1949**). Sea de uno u otro modo, una determinada tensión generada por el músculo ciliar, y que llegue al cristalino a través de la zónula, le provocarán unos cambios que dependerán de la forma del mismo (diámetro frontal, diámetro sagital, volumen, peso, etc.), así como de la orientación y lugar de anclaje de las zónulas. Variables todas ellas que pueden ser (y de hecho lo son) distintas de un sujeto a otro incluso de igual edad. Esto nos lleva a pensar que la fuerza necesaria para provocar una modificación igual de dioptrías de acomodación en todos los ojos no tiene porque ser igual, y por tanto la acomodación fisiológica sería distinta de un individuo a otro para conseguir una misma variación en la acomodación física, es decir, una demanda de acomodación física puede dar lugar a distintas acomodaciones fisiológicas individuales, siendo pues el proceso acomodativo un proceso no lineal. Por otro lado, la existencia más que demostrada de microfluctuaciones en la acomodación, avalan esta concepción dinámica del proceso acomodativo (**SANTAMARIA et al, 1984**), al igual que otras funciones fisiológicas (cadencia en el ritmo cardiaco, respiración, temperatura, etc).

La comprensión de la diversidad humana plantea el problema de relacionar la variación biológica que el individuo hereda de sus padres, biológicamente diversos, con los efectos del ambiente en que el sujeto en cuestión vive. Para predecir cómo será un organismo en un futuro no basta con saber como es ahora, ni es suficiente con describir el

ambiente que le afectará en un futuro inmediato, es lo que se denomina en biología la norma de reacción de un genotipo. Sin embargo, a excepción de rasgos tales como la presencia o ausencia de antígenos de grupos sanguíneos (absolutamente constantes a través de distintos medios), carecemos de la norma de reacción de cualquier otra característica humana. Para ello, debemos exponer los organismos de un mismo genotipo a varios ambientes durante el curso de desarrollo, y en segundo lugar precisaríamos de muchos organismos idénticos, ya que exponer el mismo organismo a distintos ambientes de forma secuencial, no nos informará de lo que nos interesa. Esto no es tan difícil desde un punto de vista biológico, pero es del todo inaceptable desde un enfoque ético-social. Además, hay que tener en cuenta el llamado ruido del desarrollo, concepto por el cual, después de nacer pueden presentarse diferencias entre individuos que no sean consecuencia de variación genética, debido a que a nivel del Sistema Nervioso Central (del que el ojo forma parte) la instalaciones neuronales son reguladas por la actividad de los circuitos.

5.- Finalmente no está probada la eficacia del control de la miopía en miopes evolutivos, con el uso de lentes positivas en visión cercana (**GROSVENOR et al, 1987; HEMMINKI & PARSSINEN, 1987**), en parte debido a que la mayoría de trabajos y comunicaciones sobre la aparición, evolución y control de la misma carecen de la correcta metodología científica, y por tanto sus conclusiones podrían ser refutadas, aunque bien es cierto que algunas de ellas ponen en entredicho ciertas aceptaciones consolidadas de la Óptica Fisiológica. Estas observaciones clínicas podrían ser consideradas como falsas por carecer de una metodología científica, considerarlas como auténticas y compatibles con las leyes de la Óptica Fisiológica, o bien aceptarlas y rechazar las leyes en vigor como falsas. Después de todo, esta última consideración no es negativa para los científicos, ya que la ciencia es siempre provisional y no ha de ser difícil ajustarse a la nueva experiencia rechazando el conocimiento existente. De todas formas, es difícil imaginar que nadie se planteara seriamente dar este paso como primera medida, ya que el establecimiento de un modelo o teoría científica basada en analogías debe observarse con espíritu muy crítico, pero es sin duda una base importante de pensamiento creador.

Como consecuencia de las cuestiones anteriormente citadas, y que permanecen en ciertos aspectos sin dilucidar, nos hemos planteado desarrollar un modelo en el que se incluyan los factores que se deben evaluar, tales como:

- A.- La edad de inicio de los procesos emetropicos y/o ametropicos o estado previo del que parte el proceso de emetropización, puesto que podemos considerar que los primeros años de vida determinarán unas condiciones iniciales que con posterioridad influirán en las distintas adaptaciones o modificaciones del sistema visual.
- 
- B.- El periodo de crecimiento humano, que se corresponde con el periodo de plasticidad y aprendizaje a nivel cortical, y que la inmensa mayoría de los autores consultados y referenciados en el capítulo Planteamiento del Problema no lo diferencian en sus estudios transversales, sino que las conclusiones finales a las que llegan provienen de periodos de estudio que abarcan toda la vida humana.
- 
- C.- Momento durante el periodo de crecimiento, en el cual el proceso normal de emetropización se ve afectado o el proceso de miopización comienza, bien porque el crecimiento en sí es un factor de desestabilización en el proceso emetrópico o bien un factor de desestabilización en el proceso progresivo miópico (aumento de la miopía acompañando al crecimiento).
- 
- D.- Las características antropomórficas en la edad de estudio inicial y durante el crecimiento, y su relación con las dimensiones oculares en los diferentes estados refractivos.
- 
- E.- La relación de interdependencia de los factores o componentes determinantes del estado refractivo en cada momento del desarrollo y en cada grupo refractivo, y no en el conjunto de la población.
-



- 
- F.- El valor predictivo de dichos factores en la configuración del estado refractivo según modelos teóricos.

La muestra objeto de nuestro estudio, tanto en su conjunto como dividida en cada uno de los subgrupos, puede considerarse como válida, teniendo en cuenta que los sujetos se desenvuelven y desarrollan bajo las mismas condiciones socioculturales, étnicas, ambientales y temporales. Y aunque no ha sido posible la obtención de una muestra azarosa (la muestra tiene inevitables sesgos debido a que representa una sucesión casi continua de sujetos pertenecientes al mismo colegio); ha sido depurada (eliminación de elementos patológicos) para conseguir la necesaria uniformidad y la adecuada representatividad de cada una de las tendencias refractivas existentes (emetropía, hipermetropía y miopía en cada subgrupo considerado).

Sin embargo toda la muestra cumple satisfactoriamente con las condiciones impuestas previas ya que recoge la edad del sujeto en época de plasticidad ocular, con todos los posibles estados refractivos y bajo unas determinadas condiciones socioambientales que pueden influir directamente sobre la configuración del ojo o sobre su evolución, según entendamos una u otra posibilidad teórica (emetropización o miopización). Todo ello queda perfectamente reflejado en la pagina 46 (capítulo de Resultados). En el grupo general de la muestra, que consta de 1362 ojos estudiados, no observamos ningún valor medio anómalo en las variables estudiadas y todas se comportan como variables pertenecientes a una distribución normal o gaussiana. Ello nos indica que la muestra es homogénea y útil para los intereses del estudio.

Analizando la muestra que nos acontece, observamos una disminución de la prevalencia de hipermetropía desde edades escolares tempranas a edades más tardías, aunque el estado hipermetrópico ligero o cuasiemetropía es la que predomina durante el presente estudio, quizás por las características rurales de la muestra como refieren otros autores (SKELLER, 1954; CASS, 1966; YOUNG, 1967; YOUNG et al, 1969; MORGAN & MUNRO, 1973; AINE, 1984; CURTIN, 1985; JOHNSON, 1988). Del mismo modo destacamos la concordancia de la prevalencia miópica de nuestro estudio con

la mayoría de la bibliografía consultada, aproximadamente del 15% entre la edad de 6 y 18 años, y que la misma aumenta de un 12% a la edad de 6-10 años a un 20% a la edad de 15-18 años.

Dentro de la caracterización de la muestra, y al hacer un estudio descriptivo de la misma, encontramos que los elementos que configuran el estado refractivo se comportan como cabría esperar: En nuestra serie el radio corneal incrementa respecto a la edad, aunque tal incremento nos es significativo a partir de los 14 años. Esto supone una disminución de la potencia corneal en aproximadamente 0,40 dioptrías, y al igual que otros autores (**STENSTROM, 1948; SORSBY et al, 1961; FRANCOIS & GOES, 1977; GOSS & JACKSON, 1993**) encontramos potencias corneales mayores en chicas que en chicos.

Visto pues, que el proceso emetropizante más grosero o de mayor cuantía se da en los cinco primeros años de vida, no cabe otra posibilidad que el ajuste fino del error refractivo hacia la emetropía ocurra tras esta edad, en el que la hipermetropía o cuasiemetropía sufre una leve modificación para alcanzar el estado emetrópico. En el presente trabajo la potencia total del sistema ocular disminuye aproximadamente 0,75 dioptrías entre la edad de 6-12 años, manteniéndose constante a partir de la última. La potencia corneal disminuye de igual forma en 0,40 D. y la potencia del cristalino en 0,55 D.

Si consideramos por grupos refractivos esta modificación en la potencia del sistema observamos que tal reducción de potencia ocurre en los tres grupos considerados entre la edad de 6-13 años, siendo este valor de 0,75 D. en emétopes y miopes y de 0,89 en hipermétropes. La potencia corneal disminuye en igual cuantía que en la muestra general para emétopes e hipermétropes. En sujetos miopes esta disminución es mayor, aproximadamente 0,60 D.

Sin embargo, si el crecimiento corneal se completa en los dos primeros años de vida (**KEENY, 1951; GORDON & DONZIS, 1985; FLEDELIUS & STUBGAARD,**



1986) y durante los 3 a 13 años de edad sólo se presentan pequeñas e incluso ninguna modificaciones en la potencia corneal (SORSBY et al, 1961; FLEDELIUS, 1988; GARNER et al, 1990; ZADNIK et al, 1995), la pregunta que se nos plantea es ¿ qué componente ocular contribuye más en el proceso de emetropización durante el periodo escolar? Para responder a dicha cuestión estudiaremos los diferentes componentes oculares en la muestra general y por grupos refractivos, y su comportamiento en los diferentes grupos de edad.

En el presente estudio se observa una reducción en potencia corneal hasta la edad de 12-13 años, al igual que evidenciaron SORSBY et al (1961) y FLEDELIUS (1988). Por otro lado, la córnea desempeña un papel determinante en el error refractivo de los hipermetropes, correspondiéndoles córneas más planas que en el resto de los grupos. Al contrario que otros autores (SORSBY et al, 1957; CURTIN, 1985; GROSVENOR & SCOTT, 1991; GOSS et al, 1997), encontramos que no existen diferencias significativas para el radio corneal entre miopes y emétopes en ningún grupo de edad, por lo que podemos afirmar que la progresión miópica en edad escolar no es debida a cambios en este componente ocular, al igual que se refleja en los trabajos de TOKORO & KABE (1964), TOKORO & SUZUKI (1969), SORSBY & LEARY (1970), FLEDELIUS (1982), GOSS & ERICKSON (1987), GROSVENOR & SCOTT (1993), JIANG & WOESSNER (1996), MCBRIEN & ADAMS (1997). Así mismo, en nuestro estudio las chicas presentan potencias corneales mayores que los chicos, coincidiendo con numerosos autores tales como STEMSTROM (1948), SORSBY et al (1961), FRANCOIS & GOES (1977), GOSS & JACKSON (1993), GOSS et al (1997).

Puesto que apenas existe disminución de la curvatura corneal con la edad, el adelgazamiento del cristalino (y su efecto en reducir la potencia del mismo), el aplanamiento de las curvaturas del cristalino (SORSBY et al, 1961) y posibles cambios en el índice de refracción con la edad (MUTTI et al, 1991) parecen ser los posibles candidatos para compensar los incrementos en longitud axial durante el proceso de emetropización en el ojo humano. La profundidad de la cámara anterior incrementa entre 0,10 y 0,22 mm durante el periodo de 6 a 12 años de edad (SORSBY et al, 1961;

LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993), como ocurre en nuestra muestra, pero se desconoce cuanto de ese incremento puede ser atribuido simplemente al adelgazamiento del cristalino en su superficie frontal (0,20 mm en este periodo). El adelgazamiento del cristalino entre la edad de 6 y 12 años, y quizás más temprano, entre 6 y 8 años, es contradictorio (LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993). Nuevas fibras del cristalino se desarrollan a lo largo de la vida, posicionándose sobre fibras más viejas (DUKE-ELDER, 1963). En ausencia de otros factores, que actúen sobre la lente, el cristalino debería engrosar axialmente cuando las fibras se desarrollan. En el presente trabajo, esto es lo que parece suceder pues encontramos ligeros incrementos en el espesor del mismo con la edad en miopes y emétopes. En hipermétropes parece que existe una ligera disminución en el espesor a la edad de 12-14 años para luego aumentar su grosor. La teoría de que un cristalino adelgaza axialmente, así como que se aplane cuando crece es complicado y difícil de explicar. Una posible interpretación es que el cristalino se tense en el plano ecuatorial durante el crecimiento del ojo, resultando a la vez una geometría más delgada y plana. Esta idea ha sido propuesta por investigadores previos, como un mecanismo de compensación en el crecimiento ocular durante la emetropización (VAN ALPHEN, 1961; GERNET & OLBRICH, 1969; MARK, 1972; SORSBY, 1972; ZADNIK et al, 1993).

Si el cristalino crece a lo largo de la vida, la masa del mismo incrementa aproximadamente de forma logarítmica con la edad (WEALE, 1982). El crecimiento comienza con la síntesis de células epiteliales sobre la superficie anterior de la lente, las cuales migran hacia el ecuador donde se diferencian en células cristalinianas que se elongan para cubrir la superficie. Estas fibras se depositan en capas, y el tejido crece a lo largo de la vida sin pérdida de células (McAVOY, 1981; BLOEMENDAL, 1981). Una vez que la lente se forma por células de diferentes edades, con las más viejas en el centro, no es razonable esperar que los cambios relacionados con la edad puedan tener efecto sobre el estado refractivo del ojo. Por un lado, el cristalino es una estructura de gradiente de índice (NAKAO et al, 1969; PALMER & SIVAK, 1981; CAMPBELL & HUGHES, 1981; CAMPBELL, 1984; AXELROD et al, 1988; PIERSCIONEK, 1989; JAGGER, 1990) y por otro, la potencia de la lente tiene dos componentes distintos, la debida a las superficies y la debida a la variación en el índice de refracción.

No está bien determinado que con la edad, los radios de las superficies disminuyan (BROWN, 1974; PIERSCIONEK & WEALE, 1995; WYATT & FISHER, 1995) o si lo hacen es mínimamente (WOOD et al, 1996), y que la lente llega a ser más gruesa (KORETZ et al, 1989). Si no hay cambio en el índice refractivo medio, los cambios en los radios de curvatura y en el grosor del cristalino podrán acarrear un cambio en la potencia del mismo y en consecuencia en la potencia ocular. Si el cristalino tiene un índice de refracción uniforme que no cambia con el tiempo, la disminución en radios de curvatura incrementaría su potencia. Contrariamente, el incremento en grosor causaría una ligera disminución en la misma. El cambio en la curvatura causaría un mayor efecto, hasta tal punto que el ojo podría llegar a ser más miope con la edad. Esto no ocurre en realidad, y ha sido denominado como la "paradoja del cristalino" (SLATAPER, 1950; SAUNDERS, 1981). PIERSCIONEK (1990) sugiere que un leve cambio en el índice del cortex puede ser suficiente para evitar el incremento de curvatura y prevenir la miopización con la edad. Del mismo modo SMITH & PIERSCIONEK (1998) asumen que el índice del cristalino se pueden mostrar por contornos elípticos que representan el gradiente de índice cercano al eje óptico del cristalino (región paraxial) y ello, presupone la hipótesis de que existe un cambio en la distribución del índice de refracción relacionado con la edad (MUTTI et al, 1991) para perder potencia refractiva y disminuir la habilidad acomodativa con la edad (PIERSCIONEK, 1990).

Para responder a ésta paradoja, resulta primordial continuar longitudinalmente este estudio, para detallar las interrelaciones entre los componentes oculares hasta alcanzar la emetropía. Nosotros por ahora, podemos aportar que en nuestra muestra existe una disminución de aproximadamente 0.55 D. de la potencia cristaliniiana entre la edad de 6 y 12 años, algo menos que la disminución observada por SORSBY et al (1961) y ZADNIK et al (1993), que era de 1 D. A partir de la edad de 17 años y hasta los 40 años GOSS et al (1997) no observó variaciones significativas en la potencia del cristalino.

Respecto al sexo, en este trabajo se obtienen similares resultados que en la mayoría de la bibliografía consultada (STENSTROM, 1948; SORSBY et al, 1961; FRANCOIS

**& GOESS, 1977; GOSS & JACKSON, 1993; GOSS et al, 1997**): los chicos tienen dimensiones cristalinianas más grandes y potencias menores que las chicas, excepto para el grupo de miopes en que no existen tales diferencias.

Si la reducción en la potencia del cristalino es puramente pasiva y no está influenciada por el error refractivo, no se deberían esperar potencias del cristalino diferentes entre emétopes, miopes e hipermétropes. Sin embargo, si las potencias de los componentes refractivos del ojo están influenciados por factores tales como el esfuerzo acomodativo, se deberían esperar diferencias en los componentes de estos sujetos. En este estudio determinamos la potencia equivalente del cristalino basada en el ojo esquemático de Le Grand a través de un método indirecto, por dos razones. Primero, no existe un método para determinar la asfericidad de las superficies lenticulares y el gradiente de índice en vivo, y segundo, nos limitamos a las propiedades paraxiales del ojo, en particular la relación entre dimensiones axiales, potencia corneal y de cristalino y error refractivo. Visto esto, no encontramos diferencias significativas entre las potencias medias del cristalino correspondientes a los distintos grupos, aunque las potencias de mayores a menores se dan en hipermétropes, emétopes y miopes. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por **GOSS et al (1997)**, pero no con los de **GARNER et al (1992)**, que encuentran diferencias de 2,30 D. entre potencias de cristalino de miopes y emétopes. Esto podría deberse a la metodología utilizada en estos estudios, ya que el uso de ciclopléjico en nuestro estudio y en el de Goss, reducen las diferencias en los radios de curvatura del cristalino que se presentan en los ojos tratados con dicho fármaco. Algunas evidencias provienen de observaciones clínicas, en las que para los ojos miopes no se requiere rebajar el tono ciliar en las refracciones (**SHULTZ, 1975; O'CONNOR et al, 1989**). La reducción del tono para hipermétropes es mayor que para miopes, y por lo tanto bajo cicloplejia las diferencias en radios de curvaturas entre ambos grupos puede resultar mínima.

Una vez más, nuestro estudio nos lleva a mantener la hipótesis de que la profundidad de la cámara anterior aumenta hasta la edad de 12-14 años en todos los grupos estudiados, y que existen diferencias entre grupos refractivos y sexo, presentando los

miopes y los varones en cualquier grupo refractivo, dimensiones mayores en este componente. Este ligero aumento, entre la edad de 6 y 12 años (aproximadamente entre 0,10 y 0,22 mm), concuerda con otros trabajos ( **SORSBY et al, 1961; LARSEN, 1971; ZADNIK et al, 1993**), y con el hecho de que a esta edad el cristalino adelgace principalmente en el grupo miope, y la profundidad de la cámara anterior siga creciendo a expensas del cristalino (ver gráfica 20).

La disminución de la profundidad de la cámara anterior a partir de los 12 años implica que la demanda acomodativa sea menor. Por otro lado, y según el ojo esquemático de Gullstrand, un incremento en la potencia del cristalino de 13,95 dioptrías tiene el efecto de adelantar el primer y segundo plano principal hacia la córnea (0,533 y 0,553 mm respectivamente) cuando la superficie anterior del cristalino se mueve en la misma dirección. Esto trae como consecuencia una reducción de la profundidad de la cámara anterior, y por tanto una reducción en la acomodación del cristalino. Sin embargo, si de una parte profundidades grandes de cámara anterior (como ocurre en miopes) tienden a disminuir la potencia del sistema óptico ocular, por otra parte, esto lleva acarreado que en el acto acomodativo se requiera más acomodación, por lo que si la profundidad de la cámara anterior actúa en miopes como mecanismo emetropizante junto con el aplanamiento de las superficies del cristalino para conseguir la emetropía, durante el proceso de acomodación actuaría como un factor inductor del inicio y progresión miópica, habida cuenta, de las teorías que señalan a la acomodación como responsable de dicha ametropía.

En el presente estudio, la cámara vítrea y por tanto la longitud axial son los componentes oculares que presentan mayores diferencias en los grupos refractivos, siendo pues los elementos determinantes en la configuración del estado refractivo, correspondiendo vítreos y longitudes axiales más largas a los sujetos miopes. Del mismo modo, el sexo masculino presenta valores mayores que su opuesto, coincidiendo con la bibliografía consultada (**STENSTROM, 1948; SORSBY et al, 1961; FRANCOIS & GOES, 1977; GARNER et al, 1990; GOSS & JACKSON, 1993; GOSS et al, 1997**). Si analizamos cada grupo refractivo por edades, obtenemos resultados concluyentes de que el



cese del crecimiento ocular ocurre aproximadamente a los 13 años de edad, puesto que el incremento en longitud vítrea y axial a partir de esta edad no es significativo. Es de destacar, que la longitud vítrea para el grupo miope es diferente entre el grupo de edad inicial y el grupo adolescente, por lo que nos lleva a pensar que una modificación por leve que sea en estos componentes, causa la ruptura en el proceso de emetropización y por tanto, el comienzo de la progresión miópica juvenil, como indican la mayoría de los autores consultados (**TOKORO & KABE, 1964; TOKORO & SUZUKI, 1969; SORSBY & LEARY, 1970; FLEDELIUS, 1982; GOSS & ERICKSON, 1987; GROSVENOR & SCOTT, 1993; GROSVENOR, 1994; MCBRIEN & ADAMS, 1997**).

La mayoría de la miopía es de comienzo juvenil (**GROSVENOR, 1987**), y una vez que aparece incrementa hasta los 15 años o más. Si uno estudia en la literatura, la miopía en función de la edad (**BUCKLERS, 1953; MANDELL, 1959; GOLDSCHMIDT, 1981; ROSENBERG & GOLDSCHMIDT, 1981; GOSS & WINCKLER, 1983; GOSS & COX, 1985; GOSS et al, 1985**), observa que la miopía alcanza generalmente una meseta o muestra una reducción significativa en su progresión sobre los 15-16 años. Quizás por ello, no encontramos en el grupo de miopes diferencias significativas del error refractivo por edades, o bien que la miopía de comienzo tardío, la cual se desarrolla después de los 15 años (**MCBRIEN & MILLODOT, 1986**) no tiene una incidencia alta debido a las características rurales de la población. Así pues, la miopía de comienzo juvenil se presentaría en aquellos casos en los que el esfuerzo acomodativo coincida con cese de la compensación emetropizante de la mayoría de los componentes oculares a excepción de la elongación vítrea.

Nuestro siguiente paso en el desarrollo de nuestro trabajo ha sido el estudio de la muestra segregada en subgrupos refractivos clasificados por grupos de edad, todo ello encaminado a establecer modelos con los que podamos relacionar la aparición del estado miópico o del proceso de miopización, según sea considerado, a lo largo de la etapa de la vida dotada de plasticidad corporal. Como se describió en el capítulo de

Material y Métodos, la muestra se ha segregado en tres subpoblaciones correspondientes a cada uno de los estados refractivos que se analizan: emétopes, miopes e hipermétropes. A su vez, cada grupo se ha subdividido en tres categorías delimitadas por la edad, basándose en los diferentes criterios en los que se considera finalizado el proceso de emetropización: a los 10 años (HOSAKA, 1988), a los 13-14 años (SORSBY & LEARY, 1970; LARSEN, 1971; TANE & KHONO, 1983) o a los 15-16 años (GOSS & WINKLER, 1983), y que anteriormente a este trabajo, ningún otro autor había realizado un estudio de estas características. A diferencia de SCOTT & GROSVENOR (1993) que utilizaron dos paquetes de datos, uno perteneciente a ojos miopes y otro a ojos emétopes, nosotros proponemos dicho estudio otro grupo más, correspondiente a ojos hipermétropes. Así mismo, añadimos un factor muy importante en el proceso de emetropización: la edad, y que dichos autores no incluyeron en el modelo. Así pues, aunque gran cantidad de datos sobre los componentes oculares y error refractivo han sido aportados por numerosos investigadores, nuestro conocimiento sobre el desarrollo normal de los componentes oculares así como el desarrollo de los componentes oculares durante el comienzo y progresión de la miopía es incompleto debido a las limitaciones de estos estudios previos. Por ello, en el presente trabajo estableceremos las bases necesarias para la interpretación de futuros trabajos que se realicen de una manera secuencial y ordenada de una muestra longitudinal. Esto presentará la gran ventaja de aclarar la relación entre componentes oculares durante el crecimiento ocular, ya que los estudios previos transversales han sido insuficientes para predecir el comienzo de la miopía y su progresión, así como las causas que originan tal “disfunción refractiva”. Esta línea de investigación se inició en el Departamento de Óptica de la Universidad de Granada, a cargo de OLIVARES et al. (1995), el cual realizó un estudio transversal del estado refractivo de una población clínica en la edad de 6 a los 80 años. En la misma, se utilizó la edad como factor a correlacionar con los demás parámetros medidos, y se observó que la serie no estaba influenciada por la edad, ya que el ajuste fino de los diferentes variables oculares ocurre a edades más tempranas, como hemos reseñado en capítulos anteriores. Así, en nuestro trabajo pretendemos establecer la influencia de la edad en la configuración del estado refractivo, y delimitar cuando esta configuración entre los elementos óptico-biológicos del ojo alcanzan la emetropía, o si por el contrario, se rompe la armonización de los mismos, es decir, que el

valor esperado de esta parte del trabajo no es otro que encontrar las posibles diferencias de comportamiento entre ellos para poder imputar los cambios a una determinada actitud (en cada uno de los grupos y edad) y establecer relaciones que nos permitan conocer cual es el estado previo del que parten los distintos subgrupos para alcanzar cada uno de los estados refractivos existentes. Sin embargo, la información obtenida de esta parte del trabajo no ha sido todo lo relevante que esperábamos ya que los resultados nos indican que el comportamiento, en líneas generales, es muy similar en todos los subgrupos. Así pues, la córnea se comporta como elemento importante en la previa configuración de estado refractivo emétrópico e hiperométrópico en los dos primeros grupos de edad, ya que sufre un aumento de su radio en aproximadamente 0,11 mm, y se acompaña de un incremento considerable del vítreo (0,34 mm y 0,40 mm respectivamente), alcanzándose valores relativamente altos de correlación lineal entre ambas variables (0.823 y 0.698 respectivamente). Por el contrario, en el grupo miope el aumento significativo del radio corneal ocurre desde el grupo de edad 2 al grupo de edad 3 (0.09 mm). Con respecto al binomio profundidad de la cámara anterior y espesor del cristalino, su comportamiento se explican mutuamente, uno a expensas del otro a partir del grupo de edad 2, en todos los grupos refractivos, ya que una disminución de la primera implica un incremento del espesor del segundo elemento, y se obtienen así, altos valores de correlación entre ambos (-0,583 en el grupo emétrepe, -0,663 en el grupo hiperométrope y -0,613 en el grupo miope). La longitud vítrea aumenta significativamente desde el grupo de edad 1 al grupo de edad 2 en emétopes e hiperométropes, no existiendo tal significación en el grupo miope, aunque se correspondan mayores valores de longitud axial en este grupo y a partir de los 15 años la cámara vítrea sea el componente más determinante.

Una visión crítica de nuestros resultados nos haría pensar que en esta fase de estudio estamos ante un fenómeno universal que sólo sigue patrones de crecimiento no coordinado, y que el resultado final del estado refractivo sólo depende de la combinación azarosa de elementos que evolucionan según la edad por pura lógica biológica de crecimiento. En este sentido podíamos decir que, de existir la coordinación existente, sería sólo de proporción: a mayor radio de curvatura corneal se



correspondería con mayor eje longitudinal, por su mayor tamaño ocular y así sucesivamente. De ese modo, el crecimiento vendría a compensar el defecto hipermetrópico del ojo del niño y que por su crecimiento logarítmico hacia atrás (mayor aumento del eje axial, a expensas del segmento posterior más que del polo anterior, aunque el binomio profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino se reajustasen mutuamente), el defecto primero se iría corrigiendo hasta alcanzar un estado en el que se normalizara (emetropía) a pesar de que luego ese estado se viese sobrepasado por la inercia del proceso y alcanzara la miopía como estado final inexorable. Sólo aquellos ojos genéticamente protegidos o condicionados escaparían de ese final, en el que teóricamente todos los ojos deberían tender aunque sólo algunos lo alcanzaran: conforme aumentamos la talla las generaciones tenderían a aumentar el número de individuos miópicos en una carrera ciega que no tendría mas finalidad que el propio crecimiento general y por tanto ocular. La asociación trabajo cercano, aumento del número de miopes, el desarrollo cultural e intelectual, etc., se debería a una asociación casual, no dirigida. Sin embargo nos resistimos a considerar al hombre fruto de la casualidad y la adaptación al medio es un factor muy importante en su evolución a lo largo de millones de años de existencia. El ojo es el mejor órgano receptor de que ha sido capaz de dotarse el hombre debido a que la selección natural ha hecho que los posibles ensayos quiméricos realizados a lo largo de la evolución no prosperen y genéticamente hayan sido desechados como no validos: el hombre prehistórico (mas de dos millones de años) que fuese miope sería eliminado por la selección natural (su función depredadora no podría llevarse a cabo con total eficacia y por tanto, su supervivencia estaría muy limitada) y la herencia se vería así sesgada por la selección natural y la descendencia estaría condicionada, de modo indirecto, por la función visual, en este caso inadecuada. No nos permite tampoco establecer nuestro estudio en esta fase si la selección natural es exponencial en el momento en que vivimos y si la función puede modificar la estructura o morfología del órgano receptor periférico (el crecimiento no proporcional del segmento posterior del ojo, en relación con el anterior, es debido a su función y si ello es así tiene o no finalidad refractiva para adaptarse al medio mas próximo en el que vivimos). Nuestras cuestiones no podrán ser respondidas a menos que elaboremos un cuerpo doctrinal completo y podamos elucubrar con las

razones de los cambios que observamos en nuestra practica diaria: la miopización gradual de las generaciones presentes y futuras.

Todo ello podemos resumirlo diciendo que la hipermetropía constituye una reserva fisiológica frente al crecimiento ocular, es decir, existe una disminución de la misma respecto a la edad en todos los grupos refractivos, pero con diferencias en cuanto al ritmo de crecimiento e interacción entre los componentes oculares durante el mismo. Así pues, en emétopes la mayor interacción entre los componentes ocurre en edades tempranas (6-10 años) para alcanzar dicho estado emetrópico, aunque no podemos asegurar que los emétopes presentes en todas las edades sean los mismos que alcancen la emetropía desde la primera infancia de aquellos que alcancen dicho estado a edades más tardías, es decir, que los emétopes más tardíos pueden ser los hipermétropes tempranos o los emétopes tempranos que han evolucionado desde el punto de vista refractivo, aunque lo hayan hecho desde el punto de vista de su crecimiento (su radio corneal ha crecido de un modo proporcionado acompañando a su eje). Los sujetos hipermétropes parecen estar predestinados genéticamente a serlo, a edades más tempranas de nuestro estudio, puesto que la interacción entre los componentes oculares no parecen tener una lógica evolutiva, teniendo en cuenta que el espesor del cristalino “disminuye”, el radio corneal aumenta y el vítreo crece a edades posteriores. Por el contrario, los sujetos miopes intentan mantener la emetropía o detener su evolución miópica, en el grupo de edad intermedio (11-14 años), que es cuando la interacción entre los componentes oculares es más intensa (aumento del radio corneal, “disminución” del espesor del cristalino, aumento del vítreo), pero a partir de esta edad, este equilibrio dinámico parece incapaz de mantenerse y por ello, son más numerosos los miopes en edades más tardías.

Todo ello nos indica que no todos los sujetos evolucionan hacia un determinado estado miópico de modo inexorable, máxime si tenemos en cuenta que un aumento en el radio corneal (excepto para miopes en edades tardías) se acompaña del crecimiento del vítreo como cabria esperar de lo dicho hasta ahora y por tanto debemos pensar que además del crecimiento del ojo como factor critico que determina el estado refractivo

evolutivo existen otros no bien conocidos que influyen de modo decisivo a la hora de configurar el estado del ojo adulto (considerado este a partir de la detención del crecimiento). Excluimos de ello al estado de miopía funcional descrito en edades muy tardías del sujeto, no inmersas en el proceso de crecimiento por no ser tema de nuestro estudio.

Incorporamos a nuestro estudio un elemento nuevo, la determinación del estado refractivo y de la función óptica de los elementos que integran el mismo: cálculo de la potencia corneal, de la potencia del cristalino, de la potencia ocular, y de la posición del plano retiniano con respecto a la focal posterior del sistema óptico ocular. Es decir, al estudiar las posibles relaciones entre los elementos que determinan el estado refractivo del ojo no observamos una relación clara entre ellos, a lo largo del crecimiento, que nos induzca a pensar que existe una interdependencia armónica que garantice el proceso de emetropización más allá de lo que supone el simple crecimiento. Pero como ya hemos dicho, no podemos entender el proceso de configuración del estado refractivo solo con el crecimiento ocular, ya que existen evidencias contradictorias anteriormente mencionadas, y suponiendo que los elementos determinantes del estado refractivo son tejidos con consideraciones biológicas que soportan funciones ópticas claramente específicas de ellos es por lo que nos centramos en la función óptica que soportan y a la variación que en ella inducen los cambios biológicos que puedan acontecer, incluidos los cambios debido al crecimiento. Nuestra metodología sigue basándose en relacionar dichas funciones en los distintos grupos y a las distintas edades para intentar establecer modelos de comportamiento que nos permitan predecir el futuro de un determinado globo ocular, de un sujeto determinado a lo largo de su desarrollo.

Así pues, en el grupo emétrope la explicación de la variabilidad de la potencia corneal y de la potencia del cristalino en función de la longitud axial, aumenta y disminuye respectivamente sólo desde el primer al segundo grupo de edad de una forma moderada, mientras que la explicación de la variabilidad de la potencia total del sistema en función de la potencia corneal y de la potencia cristaliniana aumenta y disminuye respectivamente, y además, lo hace de modo armónico en todos los grupos de edades

considerados: las funciones de los distintos tejidos se comportan de modo dependiente (no olvidemos que la muestra es sesgada; solo emétopes sin importar las condiciones por las que llego a esa consideración) y se cumple así la misión de alcanzar la “perfección” optométrica refractiva.

En el grupo hipermetrope, a diferencia del emétrope, la explicación de la variabilidad de la potencia corneal en función de la longitud axial disminuye respecto a la edad. Ello parece indicar que su crecimiento no ocurre armónicamente, como es el caso de la generalidad que hemos admitido hasta ahora. Por otra parte, la explicación de la variabilidad de la potencia del cristalino en función de la longitud axial, sufre un gran descenso en el grupo de edad de 11-14 años, justo en la etapa de máximo crecimiento, lo que nos puede indicar que en este grupo se produce un retraso en el crecimiento ocular respecto al grupo de emétopes, e incluso un afianzamiento de su error refractivo hipermetrópico (teniendo en cuenta que la potencia del cristalino parece disminuir a esta edad).

En el grupo miope, la explicación de la variabilidad de la potencia corneal en función de la longitud axial aumenta respecto a la edad, excepto en el grupo intermedio de edad donde sufre un descenso importante, tal vez porque la inercia evolutiva de mantener la emetropía se rompe, y aparece el inicio de la miopía. La explicación de la variabilidad de la potencia del cristalino en función de la longitud axial sufre un aumento en el grupo de edad intermedio, quizás por el intento de emetropización por parte del cristalino, que se corresponde respectivamente con una disminución y un aumento de la explicación de la potencia total del sistema en función de la potencia corneal y cristaliniiana, por lo que podemos afirmar que a esta edad se produce el segundo máximo en el crecimiento ocular con un intento último del cristalino de compensar el error refractivo impuesto por el plano retiniano.

Creemos que existen suficientes criterios como para poder establecer diferencias críticas entre el comportamiento del grupo hipermetrope y del grupo miope, sobre todo a la edad de 11 a 14 años, que coincide con el segundo máximo del crecimiento

corporal, después de un primer máximo donde se dio el mayor ajuste de la hipermetropía del recién nacido (entre 1 y 5 años). Es decir, estamos ante un segundo ajuste refractivo en donde los parámetros que determinan el estado refractivo no se comportan del mismo modo, según sea la tendencia final en dicho proceso: emetropía, miopía o hipermetropía. Asistimos así a una clara diferenciación de comportamientos:

- a) Desde el primer momento considerado el emétrope presenta un desarrollo armónico que se va consolidando a lo largo del proceso de crecimiento.
- b) Dicho proceso sufre un mecanismo de inversión en ciertos parámetros (potencia corneal, potencia cristaliniana ) cuando el ojo presenta una clara tendencia al hipodesarrollo y por tanto al mantenimiento de la hipermetropía y es sobre todo el cristalino el que, en la edad de máximo crecimiento, presenta una desviación superior a la norma, sobre todo en su dependencia con el crecimiento axial. Se trataría como si el ojo hipermétrope tendiese al alcanzar la emetropía, pero sin el acompañamiento del crecimiento de la longitud axial, determinada genéticamente.
- c) Dicho proceso sufre un mecanismo de inversión en la practica totalidad de los parámetros cuando el ojo presenta una clara tendencia a la miopía y además existe un comportamiento anómalo, según la norma emetrópica, en el último grupo de edad considerado.

La función de cada uno de los tejidos considerados y la relación establecida entre ellos nos permite establecer claras diferencias entre grupos refractivos, sobre todo si tenemos en cuenta la evolución natural de sujeto estudiado (el niño en su periodo de máximo crecimiento) y poder conocer cual es su tendencia "natural" si hemos conocido su ojo entre el primer y segundo grupo de edad. Una vez establecida la tendencia, el ojo podrá aumentar su defecto refractivo, esta vez debido solo al crecimiento, y por tanto podemos asegurar, sin temor a equivocarnos, que esa tendencia se detendrá cuando finalice el crecimiento: como observamos en la practica optométrica diaria, salvo el fenómeno no bien conocido de la miopía funcional de aparición más tardía y que aunque tenga un origen funcional de tipo acomodativo y posteriormente se afiance

como miopía estructural, como consecuencia de la elongación axial, se escapa de nuestro estudio..

Concluimos pues, que el fenómeno de configuración óptico-fisiológica se establece entre el primer y segundo grupo de edad: en el caso de hipermetropía porque se establecen diferencias significativas entre la dependencia de algunos parámetros (potencia de cristalino y longitud axial) y en el caso de miopía porque se establecen diferencias entre la dependencia de todos los parámetros. Por ello, intuimos que el proceso de emetropización puede llevar implícito el estado de hipermetropía residual de dicho proceso y ser parte del mismo, pero el estado de miopía supone un quebranto total de la norma de comportamiento y por ello podemos encontrarnos ante un nuevo proceso de miopización que después de iniciarse presenta un comportamiento similar en su evolución porque sigue los patrones del crecimiento ocular, aunque siempre después de instaurarse el mismo como fenómeno distinto.

Aunque hemos determinado de una manera teórica y genérica el comportamiento evolutivo del estado refractivo en el periodo de crecimiento ocular en cada uno de los grupos refractivos pertenecientes a la población estudiada (estableciendo la función óptica que sustentan los distintos tejidos biológicos que componen el órgano de la visión y sentando las bases del desarrollo refractivo de dicha población), no podremos extraer conclusiones al respecto por no tener conocimiento de la influencia de la evolución natural del ser en el estado refractivo, a no ser que realicemos un seguimiento de determinados sujetos, basándonos en un modelo matemático que caracterice a cada estado refractivo en cada una de las etapas consideradas del desarrollo ocular, y que se corresponda con lo que sucede en ambos procesos estudiados: emetropización y miopización. Es decir, conociendo las expresiones matemáticas de la función óptica según estado refractivo y edad (vistas en el capítulo de resultados), y aplicando dichas expresiones a las medidas biométricas realizadas y medidas indirectas calculadas a partir de las mismas de un sujeto determinado, obtenidas de un estudio longitudinal, podremos imputar con carácter predictivo, qué comportamiento evolutivo ocular, y por tanto refractivo, seguirá ese



sujeto en comparación siempre con nuestro modelo teórico estructural. Es decir, una vez hemos configurado la norma de comportamiento de cada función óptica por grupo refractivo y edad en nuestra población, si determinamos, al menos en dos ocasiones en el transcurso de un grupo de edad establecido, los valores biométricos de un sujeto y le aplicamos las expresiones matemáticas obtenidas, podremos conocer o predecir que evolución seguirá la explicación de la variabilidad de una variable determinante (potencia total del sistema, potencia corneal, potencia cristaliniiana) en función de estos parámetros biométricos, encuadrar a ese sujeto en la norma de comportamiento evolutivo durante el periodo de emetropización y estudiar la posibilidad que presentará ese sujeto de mantener la hipermetropía, alcanzar la emetropía o iniciarse en la miopía.

Sin embargo, resulta evidente la imposibilidad de utilizar una sola variable para explicar la variabilidad del error refractivo, habida cuenta que el ojo como sistema biológico que es, está determinado refractivamente hablando por un gran número de variables, de ahí, que hayamos construido como paso siguiente, un modelo matemático que incluya tales variables: el modelo de regresión lineal múltiple. Esto se justifica porque al aumentar el número de variables explicativas mayor será la variabilidad explicada por el modelo. De esta manera, utilizando la expresión  $Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_KX_K + U$  para cada una de las edades y grupos refractivos estudiados, caracterizaremos el comportamiento evolutivo pero abarcando todas las posibles variables biológicas explicativas.

En el grupo emétrope, debido a la gran variabilidad dimensional de los componentes oculares que conforman dicho estado, el nuevo modelo de regresión lineal múltiple tiene escasa explicación ( del 5% al 11% a todas las edades), lo que nos lleva a pensar que todas las variables intervienen conjuntamente en el proceso de emetropización, y por tanto es imposible reflejar el comportamiento tan complejo de este estado refractivo, en un modelo de tales características, a no ser que se realice un estudio previo a la edad de seis años.

El modelo de regresión lineal múltiple en el grupo hipermetrope y miope general presenta también escasa explicación (5% y 17% respectivamente), coincidiendo con lo referenciado por **CARROLL (1980)**: los parámetros ópticos del ojo no pueden ser descritos por curvas de regresión lineal, al menos en el intervalo de edad de 6 a 18 años. **OLIVARES** en 1995, calculó un modelo de regresión lineal para la edad comprendida entre los 6 y 80 años, y obtuvo explicaciones relativamente altas en estos dos grupos refractivos (34,37% para hipermetropes y 71,85% para miopes), quizás porque durante éste periodo los cambios de conformación en los parámetros ópticos son muy escasos, e implicaban al cristalino como principal responsable de los mismos. Sin embargo, si estudiamos estos dos grupos refractivos por edad para maximizar diferencias, el modelo presenta un alto grado relativo de explicación, teniendo en cuenta que los parámetros analizados son variables biológicas en continua evolución a esta edad temprana, y que como tales, es difícil reflejar su comportamiento en un modelo, sea del tipo que sea. Pero también en éste momento de nuestro trabajo constatamos que el modelo propuesto presenta un claro inconveniente: intervienen un excesivo número de variables explicativas, de las cuales es probable que algunas aporten muy poco en la explicación del error refractivo. Por ello, nuestro siguiente objetivo ha sido intentar reducir el conjunto de variables explicativas, si es posible que tal reducción no imponga a su vez una disminución sensible en la validez del modelo para cada grupo considerado. Este nuevo modelo de regresión paso a paso (reflejado en el capítulo de resultados), determinará un conjunto óptimo de variables explicativas en el grupo hipermetrope y miope por categorías de edad, ya que en el grupo emetrope el modelo propuesto presenta una explicación casi nula, como habíamos reseñado anteriormente.

Así pues, para el grupo hipermetrope el modelo de regresión lineal paso a paso explica un 52,68% en el grupo de edad de 6 a 10 años, un 58,87% en el grupo de edad de 11 a 14 años y un 59,98% en el grupo de edad de 15 a 18 años, y todas las variables entraban en el modelo en los dos primeros grupos de edad. A partir de los 15 años, el cristalino y la profundidad de la cámara anterior abandonan el modelo, lo que puede indicarnos que a edades más tardías ambas variables intervienen escasamente en el alcance de la casi imposible emetropía, puesto que la posición del plano retiniano ya estaría



determinada genéticamente en el estado refractivo hipermetrópico, como indica **STRANG et al (1998)**, y más si tenemos en cuenta, que la potencia del sistema se explica en un 76,44% por la variabilidad de la longitud axial.

En el grupo miope, analizado por grupos de edad, la explicación del modelo de regresión lineal múltiple disminuye desde un 77,74% en el grupo de edad de 6 a 10 años, a un 52,33% en el grupo de edad de 11 a 14 años y a un 17,72% en el grupo de edad de 15 a 18 años. En el modelo propuesto, todas las variables permanecen en él hasta la edad de 11 años, y a partir de la cual, la profundidad de la cámara anterior abandona el mismo. Cuando se estudia el modelo a partir de los 15 años, solamente la longitud vítrea entra en el modelo. En este grupo miope, debemos resaltar que la mayor explicación de la potencia total del sistema óptico en función de la potencia del cristalino se da en el grupo de edad de 11 a 14 años (84,49%), coincidiendo con una asociación alta e inversa entre el espesor del cristalino y la longitud vítrea, como un intento de reducir la potencia del sistema (a expensas del espesor del cristalino) para alcanzar el estado emetrópico, como referíamos anteriormente.

Del mismo modo que podemos conocer el comportamiento de la variabilidad de las funciones ópticas en función de cualquier parámetro biométrico medido, también ahora podríamos conocer la posible evolución del error refractivo de un sujeto determinado, realizando al menos dos mediciones biométricas durante un cierto intervalo de tiempo, y observando el cambio producido en su error refractivo en comparación con la norma de comportamiento establecida en nuestra población. Sin embargo, las expresiones matemáticas del modelo estudiado nos indican que para el grupo hipermetrope, todas las variables intervienen en el mismo hasta una edad tardía (15 años), por lo que no tiene sentido, aplicar dicho modelo para una posible predicción del comportamiento refractivo ocular, ya que a esta edad se halla configurado el estado hipermetrópico. Para el grupo miope, las expresiones matemáticas del nuevo modelo de regresión indican que la profundidad de la cámara anterior es la única variable que no es explicativa del mismo a partir de la edad de 11 años, permaneciendo todas las demás en el modelo, y por tanto, es imposible aplicar con carácter predictivo la norma de comportamiento de nuestro modelo

al comportamiento individual de un sujeto, lo que coincide con lo postulado por **LI (1975)**. Así pues, se hace necesario el establecimiento de modelos de relación basados en estudios longitudinales, para posteriormente establecer un estudio comparativo a lo largo del periodo de máxima plasticidad ocular, y además relacionarlos con los hábitos de conducta visual de tales sujetos.

Una interpretación de estos datos nos lleva a establecer que la elongación ocular axial en sujetos con progresión miópica continua hasta que cesa el crecimiento corporal general. Parece que el crecimiento ocular cesa más tempranamente en los no miopes, ya que la diferencia en longitud axial entre sujetos emétopes e hipermétropes no es significativa en la adolescencia, pero esta sí lo es comparada con los miopes. La profundidad de la cámara vítrea entre emétopes e hipermétropes no presenta diferencias significativas a la edad de 11 años, y sí aparecen tales diferencias entre los sujetos miopes y los dos grupos refractivos restantes. Un posible mecanismo de emetropización que explique lo expuesto, es aquel en el que el crecimiento ocular cesa cuando la emetropía se alcanza. En un ojo que desarrolla miopía de comienzo juvenil, el crecimiento ocular es inducido después de que la emetropía sea alcanzada o el segmento posterior no pueda recibir la señal de parada de crecimiento cuando mismo. Un gran número de investigadores (**THORN et al, 1981; YINON et al, 1984; SMITH et al, 1987; WALMAN et al, 1987; GOSS, 1988; HOLDEN et al, 1988; SCHAEFFEL et al, 1988; SELTNER & SIVAK, 1988; STONE et al, 1988; WILDSOET & PETTIGREW, 1988; NI & SMITH, 1989; SIVAK et al, 1989**) han sugerido que factores bioquímicos de crecimiento son los responsables para que la longitud axial aumente a expensas del vítreo, en niños con progresión miópica. Si estas sustancias reguladoras de crecimiento son sinergistas con la somatomedina ( hormona de crecimiento humano) la progresión miópica en chicos deberá de parar o enlentecer cuando el crecimiento adolescente cese. Así pues, **GOSS et al (1990)** indican que el tiempo de cese de incremento de miopía y longitud axial para sujetos miopes fue el mismo que la edad de cese de incremento en altura. En nuestro trabajo estudiamos esto último, y encontramos que en las chicas, que presentan un desarrollo corporal más temprano que los chicos, se obtiene un valor inferior del tiempo de cese de la elongación axial antes que los chicos en cualquier grupo refractivo, en

aproximadamente un año y que por tanto la edad de prevalencia de la miopía es menor en las chicas.

Otro tipo de investigaciones llevadas a cabo entre grupos refractivos se han centrado sobre características físicas, intelectuales y rasgos de personalidad, sin que se encontrase diferencias significativas entre los mismos (**HENDERSON, 1934; SHULTZ, 1960; MORGAN, 1960; BEEDLE & YOUNG, 1976**). A diferencia de los resultados registrados por **GAWRON (1986)**, que encontró diferencias físicas relativas a altura entre grupos refractivos en sujetos de edad entre 18 y 27 años ( los miopes presentaban mayores alturas que hipermétropes), nosotros encontramos que las altura, pesos y perímetros craneales corresponden a los miopes desde la edad de 6 a 15 años, pudiendo eso indicar una prematura madurez en el crecimiento corporal y ocular de los miopes y un inmadurez en los hipermétropes.

Respecto al nivel académico, podríamos suponer que los miopes utilizaran más frecuentemente la visión cercana, y que por ello, presentan este error refractivo, sin embargo, en nuestro estudio no encontramos diferencias significativas entre los grupos analizados, a diferencia de **GAWRON (1981)**. Para intentar separar de una manera burda, el carácter genético de los factores ambientales, estudiamos a aquellos niños miopes que no poseían antecedentes parentales de miopía ( N=24), y observamos que sólo 11 chicos tenían niveles académicos altos, por lo que, la imbricación entre factores genéticos y factores ambientales es la teoría aceptada en nuestro trabajo.

El estado refractivo se determina por la potencia del sistema óptico ocular, que como hemos visto, queda configurado en su gran mayoría por la potencia del cristalino y la posición del plano retiniano. Confirmamos, según nuestros resultados, que existe una combinación predeterminada, no azarosa y a la vez sensible de dichos elementos o funciones que tienden en todos los casos, a conseguir la emetropía. Posiblemente, la función visual pueda modificar la coordinación de las diferentes estructuras en el proceso evolutivo del ojo como elemento biológico, y sea ésta la causa de la aparición y desarrollo de las ametropías de signo miópico.

Para responder a esta cuestión, nos proponemos realizar un seguimiento de tales individuos, en los que se conocen a priori los factores de riesgo premiópicos tales como niveles académicos, variables antropomórficas, historia positiva de miopía familiar, endoforia de lejos y cerca, relaciones longitud axial/radio corneal, etc. como señala **GOSS & JACKSON (1996)**, y donde deberemos incluir formulas de sensibilidad y especificidad de la prueba. Estos datos longitudinales proveeran de más información sobre las relaciones entre los componentes oculares durante el crecimiento ocular. Si esto se consigue, podremos identificar chicos con riesgo de desarrollar miopía y podremos adoptar medidas selectivas optométricas preventivas.

En este sentido, cuando se determina la posición relativa de los ejes sensoriales, es decir la medida de la foria disociada, se está midiendo la posición relativa que ocupan entre sí las dos imágenes obtenidas mediante el fenómeno visual, y por consiguiente, en el espacio sensorial. Sin embargo, las condiciones de medida (biocularidad) no son las que ocurren frecuentemente en la visión de un sujeto (binocularidad), ya que mediante éste método se rompe la fusión central mediante un prisma base superior, y por tanto, la medida es de la posición relativa de los dos ejes sensoriales: uno el eje sensorial principal de uno de los ojos (macular) y el otro un eje secundario del ojo adelfo (estramacular), condición esta que no se dá en la vida cotidiana; por lo que mientras no exista información sobre el estado de la visión binocular en su componente acomodativo y vergencial, no podremos asociar la posición de los ejes sensoriales (lejos y cerca) con el desarrollo de determinados defectos refractivos, como indican hasta el momento las investigaciones llevadas a cabo al respecto (**JENSEN, 1995; KATZ et al, 1997**).

## CONCLUSIONES

- 1.- El crecimiento del globo ocular conlleva una disminución de la hipermetropía residual o al inicio de una miopía, siendo el binomio profundidad de cámara anterior y espesor del cristalino los componentes que intentan compensar el defecto refractivo impuesto por la longitud axial, principalmente entre la edad de 11 y 14 años.
- 2.- El crecimiento del globo ocular durante el proceso de emetropización se produce a expensas del segmento posterior del mismo, y es la longitud vítrea el factor intrínseco que determina el estado refractivo final (salvo ajustes del binomio profundidad de cámara anterior y cristalino), y por tanto, en ningún caso, es el cristalino el factor más determinante.
- 3.- Estudiando la función óptica que sustentan los elementos oculares que determinan el estado refractivo en función de la edad, establecemos un modelo de comportamiento transversal que nos diferencia claramente al grupo hipermetrope del grupo miope (ver resultados y discusión) y por tanto dos tendencias diferentes en la determinación del estado refractivo futuro.
- 4.- El modelo de regresión lineal múltiple propuesto no es válido para la explicación del error refractivo hipermetrópico o miópico en la edad comprendida entre los 6 y 18 años. Sin embargo, si parece tener sentido su utilización cuando se aplica a cada uno de los grupos de edad establecidos en el grupo hipermetrope. En el grupo miope, tiene validez en los dos primeros grupos de edad, puesto que a partir de los 15 años, la única variable explicativa es la longitud vítrea. En el grupo emetrope no presenta explicación por tratarse de un grupo sesgado en todas sus edades.

## CONCLUSIONES

---

5.- Utilizaremos el modelo propuesto como herramienta para un futuro estudio longitudinal, donde se incluirán posibles factores de riesgo que puedan influir en el desarrollo del estado refractivo.

**BIBLIOGRAFIA**

**ABRAHAM, S.V.:** "Control of myopia with tropicamida". *J. Ped. Ophthalmol.*, 3: 10-22 (1966).

**ABRAHAMSSON, M.; SJOSTRAND, J.:** "Refraction changes in normal and amblyopic children". *Invest. Ophthal. Visual Sci.* 33 ( Suppl.) 1338 (1992).

**ADAMS, A.J.:** "Axial length elongation, not corneal curvature, as a basis of adult onset myopia". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 150-151 (1987).

**AINE, E.:** "Refractive errors in a finnish rural population". *Acta Ophthalmologica*, 62: 944-954 (1984).

**ALSBIRK, P.H.:** "Anterior chamber depth in Greenland Eskimos". *Acta Ophthalmologica (Kbh)*, 52: 551-580 (1974)

**ALSBIRK, P.H.:** "Variation and heritability of ocular dimensions. A population study among adult Greenland Eskimos". *Acta Ophthalmol. ( Copenh.)*, 55: 443-456 (1977).

**ALWARD, W.L.M., BENDER, T.R.; DEMSKE, J.A.; HALL, D.B.:** "High prevalence of myopia among young adults Yupik Eskimos". *Can. J. Ophthalmol.*, 20: 241-245 (1985).

**ANDERSON, J.G.:** "Structural equation models in the social and behavioural sciences: model building". *Child Development*, 58: 49-64 (1987).

**ANGLE, J.; WISSMANN, D.A.:** "The epidemiology of myopia". *Am. J. Epidemiol.*, 111: 220-228 (1980).

**ARAKI, M.:** "Studies on refractive components of human eye by means of ultrasonic echogram. Report III. The correlation of among refractive components". Acta Soc. Ophthalmol. Jpn, 66:128-47 (1962).

**ARISTOTELES (384-332 BC):** By Goldschmidt, E.: "On the etiology of myopia". Acta Ophthalmol., 98 ( Suppl.): 1-171 (1968).

**AVETISOV, E.S.:** "Unterlagen zur Entstehungstheorie der Myopie. 1. Mitteilung: Die Rolle der Akkommodation in der Entstehung der Myopie". Klin. Monatsbl. Augenheilkd, 175: 735-740 (1979).

**AVETISOV, E.S.:** "Unterlagen zur Entstehungstheorie der Myopie. 4. Mitteilung. Entstehung der Myopie und einige neue Möglichkeiten zu ihrer Prophylaxe und Therapie". Klin. Monatsbl. Augenheilkd, 176: 911-914 (1986).

**AXELROD, D.; LERNER, D.; SANDS, P.J.:**"Refractive index within the lens of a goldfish eye determined from the paths of thin laser beams". Vis. Res., 28: 57-65 (1988).

**BALDWIN, W.R.; ADAMS, A.J.; FLATTAN, P.:** "Young-adult myopia". In: Grosvenor, T.; Flom, M.C. eds. Refractive anomalies. Res. Clin. Appl. Boston. Butterworth-Heineman, 104-120 (1991).

**BEDROSIAN, R.H.:** "The effect of atropine on myopia". Ophthalmology, 86: 713-717 (1979).

**BEEDELE, S.L.; YOUNG, F.A.:** "Values, personality, physical characteristics and refractive error". Am. J. Optom. Physiol. Opt., 53: 735-739 (1976).

**BENNETT, A.G.:** "The computation of optical dimensions". In Refraction and its Components During the Growth of the Eye from the Age of Three. Medical Research Council Special Report Series, 301. HMSO, london, uk (1961).



**BENNETT, A.G.:** "A method of determining the equivalent powers of the eye and its crystalline lens without resort to phakometry". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 8: 53-59 (1988).

**BENTLER, P.M.:** "EQS Structural Equations Program Manual". BMDP Statistical Software Inc., Los Angeles, CA, USA (1989).

**BIND, E.:** "Carrying optometrical service to the Eskimos of the Eastern Arctic". *Am. J. Optom. and Arch. Am. Acad. Opt.*, 2: 24-31 (1950).

**BIRNBAUM, M.H.:** "Management of the low myopia pediatric patient". *Am. J. Optom. Assoc.*, 50: 1281-1289 (1979).

**BIRNBAUM, M.H.:** "Clinical management of myopia". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 58: 554-559 (1981).

**BLOEMENDAL, H.:** "In: Molecular and cellular biology of the eye lens". Wiley Interscience. New York, USA (1981).

**BLUM, H.L.; PETERS, H.B.; BETMAN, J.W.:** "Vision screening for elementary schools: the Orinda study". University of California Press. Berkeley, CA, USA (1959).

**BONIUK, V.:** "Refractive problems in native peoples". *Can. J. Ophthalmol.*, 8: 229-233 (1973).

**BRADLEY, D.V.; FERNANDES, A.; LYNN, M.:** "Emmetropization in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*) – Birth to young adulthood". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 40: 214-229 (1999).

**BRODSTEIN, R.S.; BRODSTEIN, D.E.; OLSON, R.J.; HUNT, S.C.; WILLIAMS, R.R.:** "The treatment of myopia with atropine and bifocals". *Ophthalmology*, 91: 1373-1379 (1984).

- BROWN, E.V.L.:** "Net average yearly changes in refraction of atropinized eyes from birth to beyond middle life". *Arch. Ophthalmol.*, 19: 719-734 (1938).
- BROWN, N.P.:** "The change in lens curvature with age". *Exp. Eye. Res.*, 19: 175-183 (1974).
- BROWN, N.P.; KORETZ, J.F.; BRON, A.J.:** "The development and maintenance of emmetropia". *Eye*, 13: 83-92 (1999).
- BUCKLERS, M.:** "Changes in refraction during life". *Br. J. Ophthalmol.*, 37:587-592 (1953).
- CALMETTES, L.; DEODATI, F.; HURON, H.; BECHAC, G.:** "Study of the depth of the anterior chamber. Physiological variations with particular emphasis on ametropia". Translated by Pitts D.A. & Millodot M. (1966). *Am. J. Optom.*, 43: 765-793 (1958).
- CAMPBELL, M.C.W.; HUGHES, A.:** "An analytic gradient index schematic lens and eye for the rat which predicts aberrations for finite pupils". *Vis. Res.*, 21:1129-1148 (1981).
- CAMPBELL, M.C.W.:** "Measurements of refractive index in an intact crystalline lens". *Vis. Res.*, 24:409-415 (1984).
- CARROLL, J.P.:** "Regression curves for the optical parameters of the eye". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 58(4): 314-323 (1981).
- CASS, E.:** "Ocular conditions amongst the Canadian Western Arctic Eskimo". *Excerpta Med. Int. Cong. Ser. 146. Proc 20th Int. Cong. Ophthalmol.* (1966).
- CASS, E.:** "A decade of northern ophthalmology". *Can. J. Ophthalmol.*, 8: 210-217 (1973).

**CHEN, C.-J.; COHEN, B.H.; DIAMOND E.L.:** "Genetic and environmental effects on the development of myopia in Chinese twin children". *Ophthalmic. Paediatr. Genet.*, 6: 113-119 (1985).

**CIUFFREDA, K.J.; KENYON, R.V.:** "Accommodative vergence and accommodation in normals amblyopes, and strabismic". In: Schor, C.M.; Ciuffreda, K.J. eds. *Vergence Eye Movements. Basic and Clinical Aspects.* Boston. Butterworths, 101-173 (1983).

**CIUFFREDA, K.J.; WALLIS, D.M.:** "Myopes show increased susceptibility to nearwork aftereffects". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 39(10): 1797-1803 (1998).

**COOK, C.A.; KORETZ, J.F.; PFAHUL, A.; HYUN, J.; KAUFMAN, P.L.:** "Aging of the human crystalline lens and anterior segment". *Vision Res.*, 34 (22): 2945-54 (1994).

**CURTIN, B.J.; TENG, C.C.:** "Scleral changes in pathological myopia". *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.*, 62: 777-790 (1957).

**CURTIN, B.J.:** "The myopias". Basic science and clinical management. Harper and Row Publishers. Philadelphia (1985).

**DANNING, H.:** "Twin study on myopia". *Chin. Med. J.*, 94: 51-55 (1981).

**DREXLER, W; FINDL, O.; SCHMETTERER, L.:** "Eye elongation during accommodation in humans. Differences between emmetropes and myopes". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 39 (11): 2140-2147 (1998).

**DROBE, B; SAINT ANDRÉ, R.:** "The pre-myopic syndrome". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 15: 375-378 (1995).

**DUKE-ELDER, S.; COOK, C.:** "System of Ophthalmology". Vol III. Part I. pp 304-313. Kimpton, London (1963).

**DUKE-ELDER, S.; ABRAMS D.:** "System of Ophthalmology". Vol V. Ophthalmic optics and refraction, pp 227. Kimpton, London (1970).

**EARL, L.; SMITH I.I.I.:** "Spectacle lenses and emmetropization. The role of optical defocus in regulating ocular development". *Optom. Vis. Sci.*, 75(6): 388-398 (1998).

**EDWARDS, M.H.:** "Animal models of myopia- a review". *Acta ophthalmol. Scand.*, 74: 213-219 (1996).

**EHRlich, D.L.:** "Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 7: 353-357 ( 1987).

**EHRlich, D.L.; ATKINSON, J.; BRADDICK, O.; BOBIER, W.; DURDEN, K.:** "Reduction of infant myopia: a longitudinal cycloplegic study". *Vision Res.*, 35 (9): 1313-1324 (1995).

**ERICKSON, P:** "Optical components contributing to refractive anomalies". In: Grosvenor, T.; Flom, M.C. eds. *Refractive anomalies: Res. Clin. Appl.* Boston. Butterworth-Heineman, 199-218 (1991).

**FLEDELIUS, H.C.:** "Ophthalmic changes from age of 10 to 18 years. A longitudinal study of sequels to low birth weight. I. Refraction". *Acta Ophthalmol (Kbh)*, 58: 889-98 (1980).

**FLEDELIUS, H.C.:** "Myopia of prematurity-changes during adolescence. A longitudinal study including ultrasound oculometry". In: Thijssen, J.M.; Verbeek, A.M. eds. *Ultrasonography in Ophthalmology. Proceedings of the 8th SIDVO Congress.* The Hague: Junk. *Doc. Ophthalmol.* Proc. Series, 29: 217-223 (1981).

**FLEDELIUS, H.C.:** "Ophthalmic changes from age of 10 to 18 years. A longitudinal study of sequels to low birth weight. III. Ultrasound oculometry and keratometry of anterior eye segment". Acta Ophthalmol. (KBH), 60: 393-402 (1982).

**FLEDELIUS, H.C.:** "Ophthalmic changes from age 10 to 18 years - a longitudinal study of sequels to low birth weight. IV. Ultrasound oculometry of vitreous and axial length". Acta Ophthalmologica, 60: 403-411 (1982).

**FLEDELIUS, H.C.; STUBGAARD, M.:** "Changes in eye position during growth and adult life". Acta Ophthalmologica (Copenh), 64:481-86 (1986).

**FLEDELIUS, H.C.:** "Corneal curvature radius". Acta Ophthalmologica, ( Suppl. 185): 74-7 (1988).

**FLITCROFT, D.I.:** "A model of the contribution of oculomotor and optical factors to emmetropization and myopia". Vis. Res., 38: 2869-2879 ( 1998).

**FLORSCHUTZ, B.:** "Die kurzsichtigkeit in Coburger Schulen". Jber. Leist. Ophthal., 11: 448-449 (1880).

**FONG, D.S.:** "Is myopia related to amplitude of accommodation?". Am. J. Ophthalmol., 123(3): 416-418 (1997).

**FONTANA, S.T.; BRUBAKER, R.F.:** "Volume and depth of the anterior chamber in the normal aging human eye". Arch. Ophthalmol., 98: 1803-1808 (1980).

**FRANCOIS, J.; GOES, F.:** "Ultrasonographic Study of 100 emmetropic eyes". Ophthalmologica, 175: 321-327 (1977).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**FULK, G.W.; CYERT, L.A.; PARKER, D.E.:** "Baseline characteristics in the Myopia Progression Study, a clinical trial of bifocals to slow myopia progression". *Optom. Vis. Sci.*, 75(7): 485-492 (1998).

**FULTON, A.B.; HANSEN, R.M.; PETERSEN, R.A.:** "The relation of myopia and astigmatism in developing eyes". *Ophthalmology*, 89: 298-302 (1982).

**GALLAWAY, M.; PEARLS, M.; WINKELSTEIN, A.M.; SHEIMAN, M.:** "Biofeedback training of visual acuity and myopia: a pilot study". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 62-71 (1987).

**GARNER, L.F.; KINNEAR, R.F.; McKELLAR, M.; KLINGER, J.; HOVANDER, M.S.; GROSVENOR, T.:** "Refraction and its components in Melanesian schoolchildren in Vanautu". *Am. J. Optom: Physiol. Opt.*, 65: 182-9 (1988).

**GARNER, L.F.; MENG, C.K.; GROSVENOR, T.P.; MOHIDIN, N.:** "Ocular dimensions and refractive power in Malay and Melanesian children". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 10: 234-38 (1990).

**GARNER, L.F.; YAP, M.; SCOTT, R.:** "Crystalline Lens Power in Myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 69: 863-865 (1992).

**GARNER, L.F.; YAP, M.; KINNEAR, R.F.; FRITH, M.J.:** "Ocular dimensions and refraction in Tibetan children". *Optom. Vis. Sci.*, 72 (4):266-271 (1995).

**GERNET, H.:** "Achsenlänge und refraction lebender augen von neugeborenen". *Arch. Ophthalmol.*, 166: 530-536 (1964).

**GERNET, H.; OLBRICH, E.:** "Excess of the human refraction curve and its cause". In *Ophthalmic Ultrasound: Proceedings chapter 16*. St. Louis. C.V. Mosby (1969).

---

**GAWRON, V.J.:** "Differences among Myopes, Emmetropes and Hyperopes". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 58: 753-760 (1981).

**GEE, S.S.; TABBARA, K.F.:** "Increase in ocular axial length in patients with corneal opacification". *Ophthalmology*, 95: 1276-1278 (1988).

**GILMARTIN, B.; GRAY, L.S.; WINN, B.:** "The amelioration of myopia using biofeedback of accommodation: a review". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 11: 304-313 (1991).

**GIMBELL, H.V.:** "The control of myopia with atropine". *Can. J. Ophthalmol.*, 8: 527-532 (1973).

**GIMBELL, H.V.; ANDERSON, E.E.:** "Lasik complications. Prevention and management". Slack Incorporated (1999).

**GOLDSCHMIDT, E.:** "On the etiology of myopia". *Acta Ophthalmologica (Kbh)*, suppl. 98 (1968).

**GOLDSCHMIDT, E.:** "The importance of heredity and environment in the etiology of low myopia". *Acta Ophthalmologica*, 59: 759-762 (1981).

**GORDON, R.A.; DONZIS, P.B.:** "Refractive development of the human eye". *Arch. Ophthalmol.*, 103: 785-789 (1985).

**GOSS, D.A.:** "Attempts to reduce the rate of increase of myopia in young people: a clinical literature review". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 58: 828-41 (1982).

**GOSS, D.A.; WINKLER, R.L.:** "Progression of myopia in youth: age of cessation". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 60: 651-8 (1983).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**GOSS, D.A.:** "Overcorrection as a means of slowing myopia progression". *Am. J. Optom: Physiol. Opt.*, 61: 85-93 (1984).

**GOSS, D.A.:** "Refractive status and premature birth". *Optom. Monthly*, 76: 109-111 (1985).

**GOSS, D.A.; COX, V.D.:** "Trends in the change of clinical refractive error in myopia progression". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 56: 608-613 (1985).

**GOSS, D.A.; ERICKSON, P.; COX, V.D.:** "Prevalence and pattern of adult myopia progression in a general optometric practice population". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 62: 470-477 (1985).

**GOSS, D.A.:** "Effect of bifocal lenses on the rate of childhood myopia progression". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 63: 135-41 (1986).

**GOSS, D.A.; ERICKSON, P.:** "Meridional corneal components of myopia in young adults and children". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 475-481 (1987).

**GOSS, D.A.:** "Retinal-image mediated ocular growth as a possible etiological factor in juvenile-onset myopia". In: *Vision Science Symposium. A tribute to Gordon G. Heath*. Bloomington: Indiana Univer., 165-183 (1988).

**GOSS, D.A.; HAMPTON, M.J.; WICKHAM, M.G.:** "Selected review on genetic factors in myopia". *J. Am. Optom. Assoc.*; 59: 875-84 (1988).

**GOSS, D.A.:** "Variables related to the rate of childhood myopia progression". *Optom. Vis: Sci.*, 67: 631-6 (1990).

**GOSS, D.A.; ERICKSON, P.:** "Effects of changes in anterior chamber depth on refractive error of the human eye". *Clin. Vis. Sci.*, 5: 197-201 (1990).



**GOSS, D.A.; COX, V.D.; HERRIN-LAWSON, G.A.; NIELSEN, E.D.; DOLTON, W.A.:** "Refractive error, axial length, and height as function of age in young myopes". *Optom. Vis. Sci.*, 67 (5): 332-38 (1990).

**GOSS D.A.; GROSVENOR, T.:** "Rates of childhood myopia progression with bifocals as a function of nearpoint phoria: consistency of three studies". *Optom. Vis. Sci.*, 67: 637-40 (1990).

**GOSS, D.A.:** "Clinical accommodation and heterophoria findings preceding juvenile onset of myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 68: 110-6 (1991).

**GOSS, D.A.; JACKSON, T.W.:** "Cross sectional study of changes in the ocular components in schoolchildren". *Appl. Opt.*, 32:4169-4173 (1993).

**GOSS, D.A.; JACKSON, T.W.:**"Clinical findings before the onset of myopia in youth: I. Ocular optical components. *Optom. Vis.Sci.* 72(12):870-878 (1995).

**GOSS, D.A.; JACKSON, T.W.:**"Clinical findings before the onset of myopia in youth:II. Zone of clear single binocular vision III. Heterophoria IV. Parental history of myopia.". *Optom. Vis. Sci.*, 73 (4): 263-282 (1996).

**GOSS, D.A.:** "Effect of spectacle correction on the progression of myopia in children. A review". *J. Am. Optom. Assoc.*, 65 (2): 117-128 (1994).

**GOSS, D.A.; ZHAI, H.F.:** "Clinical and laboratory investigations of the relationship of accommodation and convergence function with refractive error- review." *Doc. Ophthalmol.*, 86 (4): 349-380 (1994).

**GOSS, D.A.; WICKHAM, M.G.:** "Retinal-image mediated ocular growth as a mechanism for juvenile onset myopia and for emmetropization. A literature review". *Doc. Ophthalmol.*, 90 (4): 341-375 (1995).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**GOSS, D.A.; HANK, G.V.; BILL, B.R.; BRIAN, F.:** "Ocular components measured by keratometry, phakometry, and ultrasonography in emmetropic and miopic optometry students". *Optom. Vis. Sci.*, 74(7): 489-495 (1997).

**GOSS, D.A.:** "Relation of nearpoint esophoria to the onset and progression of myopia in children". *J. Optom. Vis. Dev.*, 30: 25-32 (1999).

**GOTTLIEB, M.D.; HIMENSHU, B.J.; NICKLA, D.L.:** "Scleral changes in chicks with form-deprivation myopia". *Curr. Eye Res.*, 9: 1157-1165 (1990).

**GREENE, P.R.:** "Mechanical considerations in myopia. Relative effects of accommodation, convergence, intraocular pressure, and the extraocular muscles". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 57: 902-914 (1980).

**GRIGNOLO, A.; RIVARA, A.:** "Observations biométriques sur l'oeil des enfants nés a terme et des prématurés au cours de la première année". *Ann. Oculist.*, 201: 817-826 (1968).

**GROSVENOR, T.:** "Refractive state, intelligence test scores and academic ability. *Am. J. Optom.*, 47: 355-361 (1970).

**GROSVENOR, T.:** "A review and suggested classification system for myopia on the basis of agerelated prevalence and age of onset". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 545-554 (1987).

**GROSVENOR, T.:** "High axial length/corneal radius ratio as a risk factor in the development of myopia". *Am. J. Optom: Physiol: Opt.*, 65: 689-696 (1988).

**GROSVENOR, T.:** "Myopia: What can we do about it clinically ?". *Optom. Vision. Sci.*, 66: 415-19 (1989).

**GROSVENOR, T.; PERRIGIN, D.M.; PERRIGIN, J.; MASLOVITZ, B.:** "Houston Myopia Control Study: a randomized clinical trial. Part II. Final report by the patient care team". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 482-498 (1987).

**GROSVENOR, T.; PERRIGIN, J.; PERRIGIN, D.M.; QUINTERO, S.:** "The use of silicone acrylate contact lenses for the control of myopia: results after two years of lens wear". *Optom. Vis. Sci.*, 66:41-47 (1989).

**GROSVENOR, T.; PERRIGIN, D.; PERRIGIN, J.; QUINTERO, S.:** "Rigid gas-permeable contact lenses for myopia control: effects of discontinuation of lens wear". *Optom. Vis. Sci.*, 68: 385-389 (1991).

**GROSVENOR, T.; SCOTT, R.:** "Comparison of refractive components in youth-onset and early adult-onset myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 68: 204-209 (1991).

**GROSVENOR, T.; SCOTT, R.:** "Three year changes in refraction and its components in youth-onset and early adult onset myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 70: 677-83 (1993).

**GROSVENOR, T.:**"Refractive component changes in adult-onset myopia – evidence from three studies". *Clin Exp. Optom.*, 77: 196-205 (1994).

**GROSVENOR, T.; SCOTT, R.:** "Role of the axial length/ corneal radius ratio in determinig the refractive state of the eye". *Optom. Vis. Sci.*, 71 (9): 573-579 (1994).

**GROSVENOR, T.:** "Mechanisms of emmetropization in the aging eye". *Optom. Vis. Sci.*, 72: 60-66 (1995).

**GROSVENOR, T.; GOSS, D.A.:** "Role of the cornea in emmetropia and myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 75(2): 132-145 (1998).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**GRUBER, E.:** "The treatment of myopia with atropine: a clinical study". In: Ophthalmology, Proc. International Congress, Kyoto, 1978. Shimmizu E.T.; Oosterhuis, J.A. (eds) Amsterdam Excerpta Medica, 1212-1216 (1979).

**GWIAZDA, J.; THORN, F.; BAUER, J.; HELD, R.:** "Emmetropization and the progression of manifest refraction in children followed from infancy to puberty". Clin. Vision Sci. n° 4, pp 337-344 (1993).

**HEIM, M.:** "Photographische Bestimmung der Tiefe und des Volumens der menschlichen Vorderkammer". Ophthalmologica, 102: 193-220 (1941).

**HEINONEN, O.:** "Untersuchungen betreffend die Refraktion des Auges, Speziell mit Berücksichtigung einiger spezialfragen". Acta Soc. Med. Duodecim 9, 3: 1-30 (1927).

**HEINONEN, O.:** "Weitere studien über die Schulmyopie". Acta Ophthal. (Kbh), 12: 110-121 (1934).

**HEMMINKI, E.; PARSSINEN, O.:** "Prevention of myopia progress by glasses. Study design and first-year results of a randomized trial among schoolchildren". Am. J. Optom. Physiol. Opt, 64: 611-616 (1987).

**HENDERSON, T.:** "The constitutional factor in myopia". Trans. Ophthalmol. Soc. U.K., 54: 451-459 (1934).

**HENDRICSON, P.; ROSENBLUM, W.:** "Accommodation demand and deprivation in kitten ocular development". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 26: 343-349 (1985).

**HIRSCH, M.J.; WEYMOUTH, F.W.:** "Notes on ametropia - a further analysis of Stenström's data". Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 24: 601-8 (1947).

---

**HIRSCH, M.J.:** "An analysis of inhomogeneity of myopia in adults". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 27:562-71 (1950).

**HIRSCH, M.J.:** "A longitudinal study of refractive state of children during the first six years of school". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 38: 564-71 (1961).

**HIRSH, M.J.:** "Predictability of refraction at age 14 on the basis of testing at age 6: interim report from the Ojai Longitudinal Study of Refraction". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 41: 567-573 (1964).

**HOFSTETTER, H.W.:** "Emmetropization- biological process or mathematical artefact?". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 46:447-50 (1969).

**HOLDEN, A.L.; HODOS, W.; HAYES, B.P.; FITZKE, F.W.:** "Myopia: induced, normal and clinical". *Eye*, 2: 242-56 (1988).

**HOSAKA, A.:** "The growth of the eye and its components". *Acta Ophthalmologica*, (Suppl. 185): 65-68 (1988).

**HOSAKA, A.:** "The role of pharmaceutical agents". *Acta Ophthalmol.*(Suppl, 185): 130-131 (1988).

**HOWCROFT, M.J.; PARKER, J.A.:** "Aspheric curvatures for the human lens". *Vision Res.*, 17: 1217-1223 (1977).

**HOWLAND, H.; SAYLES, N.:** "Photorefractive measurements of astigmatism in infants and young children". *Invest. Ophthalmol. Visual Sci.*, 25: 93-102 (1984).

**HOWLAND, H.C.; SAYLES, N.:** "A photorefractive characterization of focusing ability of infants and young children". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 28: 1005-1015 (1987).

## BIBLIOGRAFÍA

---

- HOYT, C.S.; STONE, R.D.; FROMER, C.; BILLSON, F.A.:** "Monocular axial myopia associated with neonatal eyelid closure in human infants". *Am. J. Ophthalmol.*, 91: 197-200 (1981).
- INGRAM, R.M.; BARR, A.:** "Changes in refraction between the ages of 1 and 3 <sup>1/2</sup> years". *Br. J. Ophthalmol.*; 63: 339-342. (1979).
- IRVING, E.L.; CALLENDER, M.G.; SIVAK, J.G.:** "Inducing myopia, hyperopia and astigmatism in chicks". *Optom. Vis. Sci.*, 68: 364-368 (1991).
- IRVING, E.L.; SIVAK, J.G.; CALLENDER, M.G.:** "Refractive plasticity of the developing chick eye". *Ophthalm. Physiol. Opt.*, 12: 448-456 (1992)
- JACOBS, R.J.; Smith, G.; CHAN, C.D.C.:** "Effect of defocus on blur thresholds and on thresholds of perceived change in blur: comparison of source and observer methods". *Optom Vis. Sci.*, 66: 545-553 (1989).
- JAGGER, W.S.:** "The refractive structure and optical properties of the isolated crystalline lens of the cat". *Vis. Res.*, 30: 723-738 (1990).
- JENSEN, H.:** "Timolol maleate in the control of myopia, a preliminary report. Myopia Workshop". *Acta Ophthalmologica*, (Suppl. 185): 128-131 (1988).
- JENSEN, H.:** "Myopia progression in young school children". *Acta Ophthalmologica* (Copenh.), 69: suppl. 200 (1991).
- JENSEN, H.:** "Myopia in teenagers". *Acta ophthalmologica* (Scan.), 73: 389-393 (1995).
- JIANG, B.C.:** "Parameters of accommodative and vergence systems and the development of late-onset myopia". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 36 (8): 1737-1742 (1995).

**JIANG, B.C.; WOESSNER, W.M.:** "Vitreous chamber elongation is responsible for myopia development in a young adult". *Optom. Vis. Sci.*, 73: 231-234 (1996).

**JOHNSON, G.J.; MATTHEWS, A.; PERKINS, E.J.:** "Survey of ophthalmic conditions in a Labrador Community. I. Refractive errors". *Br. J. Ophthalmol.*, 63: 440-448 (1979).

**JOHNSON, G.J.:** "Myopia in arctic regions". *Acta Ophthalmologica*, (Suppl. 185): 13-18 (1988).

**KATZ, J.; TIELSCH, J.M.; SOMMER, A.:** "Prevalence and risk-factors for refractive errors in an adult inner-city population". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 38 (2): 334-340 (1997).

**KEENEY, A.H.:** "Chronology of ophthalmic development of the human eye". *Am. Lect. Ser.*, n° 99. Thomas Springfield, Illinois (1951).

**KEPLER (1604):** By Curtin, B.J.: "The myopias". Harper and Row, PA, USA (1985).

**KERNS, R.L.:** "Research in orthokeratology". *J. Am. Optom. Assoc.*, 47: 1047-1051, 1275-1285, 1505-1515 (1976); 48: 227-238, 345-359, 1134-1147, 1541-1543 (1977); 49: 308-314 (1978).

**KINGE, B.; MIDELFART, A.; JACOBSEN, G.:** "Refractive errors among young-adults and university students in Norway". *Acta Ophthalmol. Scand.*, 76: 692-695 (1998).

**KORETZ, J.F.; KAUFMAN, P.L.; NEIDER, M.W.; GOECKNER, P.A.:** "Accommodation and presbyopia in the human eye-aging of the anterior segment". *Vis. Res.*, 29: 1685-1692 (1989).

**KORETZ, J.F.; ROGOT, A.; KAUFMAN, P.L.:** "Physiological strategies for emmetropia". *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.*, 93: 105-122 ( 1995).

**LAATIKAINEN, I.; ERKKILÄ, H.:** "Refractive errors and other ocular findings in school children". *Acta Ophthalmologica (Copenh.)*, 58: 129-136 (1980).

**LANTUKH, V.V.:** "Peculiarities of visual adaptation and climatic-geographical pathology of the eye among the inhabitants of the North-Eastern Ussr. *Vest. Oftal.*, 102:67-9 (1985).

**LARSEN, J.:** "The sagittal growth of the eye". *Acta Ophthalmologica*, 49: 239-262 (1971).

**LARSEN, J.:** "The sagittal growth of the eye. IV. Ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty". *Acta Ophthalmologica (Kbh)*, 49: 873-886 (1971).

**LARSEN, J.:** "Axial length on the emmetropic eye and its relation to the head size". *Acta Ophthalmologica*, 57: 76-83 ( 1979).

**LE GRAND, Y.:** "Optique Physiologique". Tomo 1. Ed. Masson. Paris (1965).

**LI, C.C.:** "Path Analysis- a Primer". Boxwood Press, Pacific Grove, CA, USA (1975).

**LINDSTEDT, F.:** "Über die Messung der Tiefe der vorderen Augenkammer mittels eines neuen für klinischen Gebrauch bestimmten Instruments". *Arch. Augenheilkd.*, 80: 104-167 (1916).

**LOTMAR, W.:** "A theoretical model for the eye of newborn infants". *Arch. Klin. Exp. Ophthalmol.*, 198: 179-185 (1976).



---

**LOWREY, G.H.:** "Growth and Development of Children". 7th ed. Chicago: Yearbook, 84-5 (1978).

**LUYCKX, J.:** "Mesure des composantes optiques de l'oeil du nouveau-né par échographie ultrasonique". Arch. Ophthalmol., 77: 345-348 (1966).

**MANDELL, R.B.:** "Myopia control with bifocal correction". Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 36: 652-658 (1959).

**MÄNTYJÄRVI, M.:** "Changes of refraction in school children". Arch. Ophthalmol., 103: 790-792 (1985).

**MARK, H.H.:** "Emmetropization. Physical aspects of a statistical phenomenon". Ann. Ophthalmol., 4: 393-401 (1972).

**McAVOY, J.:** "Mechanism of cataract formation in the human lens". Ed. G. Duncan, Academic Press, London, 7-46 (1981).

**McBRIEN, N.A.; MILLODOT, M.A.:** "A biometric investigation of late onset myopic eyes". Acta Ophthalmologica, 65: 461-468 (1987).

**McBRIEN, N.A.; MOGHADDAM, H.O.; REEDER, A.P.; MONLES, S.:** "Structural and biochemical changes in the sclera of experimentally myopia eyes". Biochem. Soc. Trans., 19: 861-865 (1991).

**McBRIEN, N.A.; ADAMS, D.W.:** "A longitudinal investigation of adult-onset and adult progression of myopia in a Occupational group- Refractive and biometric findings". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 38: 321-333 (1997).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**McKANNA, J.A.; CASAGRANDE, V.A.:** "Zonular dysplasia in myopia". En: Sato, T.; Yanaji, R. (eds.). Proc. 2nd Int. Conf. Myopia, pp 21-32. Sato eye clinic, Yokohama (1981a).

**MEDINA, A.:** "A model for emmetropization. Predicting the progression of ametropia". *Ophthalmologica*, 194: 133-139 (1987).

**MEDINA, A.; FARIZA, E.:** "Emmetropization as a factor first-order feedback system". *Vis. Res.*, 33: 21-26 (1993).

**MILLER-MEEKS, M.J.; BENNET, S.R.; KEECH, R.V.; BLODI, C.F.:** "Myopia induced by vitreous hemorrhage". *Am. J. Ophthalmol.*, 109: 199-203 (1990).

**MOHINDRA I.; HELD R.:** "Refraction in humans from birth to 5 years, in Fledelius H.C., Alsbirk P.H., Goldschmidt E. (eds)". *Documenta Ophthalmologica. Proceedings Series 28. Third International Conference on Myopia. Copenhagen 1980. The Hague, Dr W. Junk NV. Publisher, 1981, pp 19-27 (1981).*

**MORGAN, R.W.; MUNRO, M.:** "Refractive problems in northern natives". *Can. J. Ophthalmol.*, 8: 216-228. (1973).

**MORGAN, R.W.; SPEAKMAN, J.S.; GRIMSHAW, S.E.:** "Inuit Myopia: an environmentally induced epidemic?". *Can. Med. Ass. J.*, 112: 575-577 (1975).

**MUTTI, D.O.; ZADNIK, K.; ADAMS, A.J.:** "A revised equivalent refractive index of the crystalline lens based on in vivo measurements from the Orinda longitudinal study of myopia". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 32(suppl.):1201 (1991).

**MUTTI, D.O.; ZADNICK, K.:** "The utility of three predictors of childhood myopia: a Bayesian analysis". *Vision Res.*, 35 (9): 1345-1352 (1995).

MUTTI, D.O.; ZADNIK, K.; ADAMS, A.J.: "The equivalent refractive-index of the crystalline lens in childhood". *Vis. Res.*, 35 (11): 1565-1573 (1995).

MUTTI, D.O.; ZADNIK, K.; ADAMS, A.J.: "Myopia- The nature versus nurture debate goes on". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 37: 952-957 (1996).

MUTTI, D.O.; ZADNIK, K.; FUSARO, R.E.; FRIEDMAN, N.E.; SHOLTZ, R.I.; ADAMS, A.J.: "Optical and structural development of the crystalline lens in childhood". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 39 (1): 120-133 (1998).

NUGENT, O.B.: "The use of base in prisms in the treatment of school myopia. West Virginia". *Med. J.*, 45:103-106 (1949).

NAKAO, S.; ONO, T.; NAGATA, R.; IWATA, K.: "Model of refractive indexes in the human crystalline lens". *Jap. J. Clin. Ophthalmol.*, 23: 903-906 (1969).

NATHAN, J.; KIELY, P.M.; CREWHER, S.G.; CREWHER, D.P.: "Disease-associated visual image degradation and spherical refractive errors in children". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 62: 680-688 (1985).

NEVILLE, A.; McBRIEN, D.; MILLODOT, M.: "A biometric investigation of late onset myopic eyes". *Acta Ophthalmologica*, 65: 461-468 (1987).

NI, J.; SMITH, E.L.: "Effects of chromic optical defocus on the kitten's refractive status". *Vision Res.*, 29: 929-38 (1989).

NORN, M.: "Myopia among the Inuit population of East Greenland – Longitudinal study 1950-1994". *Acta Ophthalmol. Scand.*, 75: 723-725 (1997).

NORTON, T.T.; SIEGWART, J.T.: "Animal models of emmetropization: matching axial length to the focal plane". *J. Am. Optom. Assoc.*, 66(7): 405-414 (1995).

## BIBLIOGRAFÍA

---

- NYMAN, K.G.:** "Occupational near-work myopia". *Acta Ophthalmologica, Suppl.* 185: 167-171 (1988).
- OAKLEY, K.H.; YOUNG, F.A.:** "Bifocal control of myopia". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 52: 758-64 (1975).
- OBSTFELD, H.:** "Crystalline lens accommodation and anterior chamber depth". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 9:36-40 (1989).
- O'CONNOR DAVIES, P.H.; HOPKINS, G.A.; PEARSON, R.M.:** "The actions and uses of ophthalmic drugs". London. Butterworth. (1989).
- OHNO, S.:** "An analytical study on correlation of refractivity to ocular axial length in adolescents viewed by means of roentgen-vision". *Acta Soc. Ophthalmol. Jpn.*, 60: 460-481 (1956).
- O'LEARY, D.J.; MILLODOT, M.:** "Eyelid closure causes myopia in humans". *Experientia*, 35: 1478-79 (1979).
- OLIVARES, J.L.:** "Aproximación a un modelo de refracción ocular según medidas de parámetros biométricos directos y calculados". Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España (1995).
- OOI, C.S.; GROSVENOR, T.:** "Mechanisms of emmetropization in the aging eye". *Optom. Vis. Sci.*, 72 (2): 60-66 (1995).
- ONG, E.; CIUFFREDA, K.J.:** "Nearwork-induced transient myopia – a critical review". *Doc. Ophthalmol.*, 91(1): 57-85 (1995).
- OTSUKA, J.:** "Research on the etiology and treatment of myopia". *Acta Soc. Ophthalmol. Jpn.*, (Suppl.) 71:1-212 (1967).

**PALMER, D.A.; SIVAK, J.:** "Cristalline lens dispersion". J. Optical. Soc. Am., 71: 780-782 (1981).

**PERRIGIN, J.; PERRIGIN, D.; QUINTERO, S.; GROSVENOR, T.:** "Silicone - acrylate contact lenses for myopia control: three-year results". Optom. Vis. Sci., 67: 764-769 (1990).

**PIERSCIONEK, B.K.; CHLAN, D.Y.C.:** "Refractive index gradient of human lens". Optom. Vis. Sci., 12: 822-829 (1989).

**PIERSCIONEK, B.K.:** "Presbyopia- effects of refractive index-". Clin. Exp. Optom., 73:23-30 (1990).

**PIERSCIONEK, B.K.; WEALE, R.A.:** "The optics of the eye lens and lenticular senescence. A review". Doc. Ophthalmol., 89: 321-335 (1995).

**PITTS, D.A.; MILLODOT, M.:** "Study of the depth of the anterior chamber". Am. J. Optom., 43: 765-794 (1966).

**POLSE, K.A.; BRAND, R.J.; SCHWALBE, J.S.; VASTINE, D.W.; KEENER, R.J.:** "The Berkeley orthokeratology study. Part II: Efficacy and duration". Am. J. Optom. Physiol. Opt., 60: 187-198 (1983).

**PURKINJE, J.E.:** "Commentatio de examine Physiologico organ visus et sistematyc Cutanie Breslau. Cited by Duke-Elder, S. (1970). System of Ophthalmology, 4, Kimpton, London (1823).

**QUINN, G.; BERLIN, J.; YOUNG, T.; ZIYLAN, S.; STONE, R.:** "Association of intraocular pressure and myopia in children". Ophthalmology, 102 (2): 180-5.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- RABIN, J.; VAN SLUYTERS, R.C.; MALACH, R.:** "Emmetropization: A vision dependent phenomenon". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 20: 561-564 (1981).
- RADA, J.A.; THROFT, R.A.; HASSELL, J.:** "Evidence that increased scleral growth underlies visual deprivation myopia in chicks". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 32:2143-2150 (1991).
- RAEDER, J.G.:** "Untersuchungen über die Lage und Dicke der Linse im menschlichen Auge bei physiologischen und pathologischen Zuständen, nach einer neuen Methode gemessen". *Albrecht Von Graefes. Arch. Klin. Exp. Ophthalmol.*, 110: 73-108 (1922).
- RASOOLY, R.; BENERZA, D.:** "Congenital and traumatic cataract- the effect on ocular axial length". *Arch. Ophthalmol.*, 106: 1066-1068 (1988).
- RASOOLY, R.; ZAUBERMAN, H.:** "Correlations between ocular optical components, height and head circumference". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 8: 351-352 (1988).
- RAVIOLA, E.; WIESEL, T.N.:** "An animal model of myopia". *N. England J. Med.*, 392:1609-15 (1985).
- RECHICHI, C.; SCULLICA, L.:** "VDU Work \_ Longitudinal survey on refractive defects". *Acta Ophthalmol. Scand.*, 7: 629-631 (1996).
- REMPT, F.; HOOGERHEIDE, J.; HOOGENBOOM, W.P.H.:** "Peripheral retinoscopy and the skiagram". *Ophthalmologica*, 162: 1-10 (1971).
- RICHLER, A.; BEAR, J.C.:** "Refraction, nearwork and education". *Acta Ophthalmologica (Kbh)*, 58: 468-478 (1980).
- ROBB, R.M.:** "Refractive errors associated with hemangiomas of the eyelids and orbit in infancy". *Am. J. Ophthalmol.*, 83: 52-58 (1977).

**ROBERTS, W.L.; BANFORD, R.D.:** "Evaluation of bifocal correction technique in juvenile myopia". *Optom. Wkly.*, 58 (38): 25-8, 31; 58 (39): 21-30; 58 (40): 23-8; 58 (41): 27-34; 58 (43): 19-24, 26 (1967).

**ROHATGI, V.K.:** "An introduction to probability theory and mathematical statistics". John Wiley & Sons (1976).

**ROSENBERG, T.; GOLDSCHMIDT, E.:** "The onset and progression of myopia in Danish schoolchildren". *Doc. Ophthalmol. Proc. Series*, 28: 33-39 (1981).

**ROSENFELD, M.; CIUFFREDA, K.J.; NOVOGRODSKY, L.; YU, A.; GILLARD, M.:** "Sustained near-vision does indeed induce myopia". *Invest. Ophthalmol. Visual Sci.*, 33 (Suppl.): 710 (1992).

**ROSENGREN, B.:** "Studien über die Tiefe der vorderen Augenkammer mit besondere Hinsicht auf ihr Verhalten beim primären Glaucom". *Acta Ophthalmologica (Kbh)*, 8: 99-136 (1930).

**ROSNER, M.; LAOR, A.; BELKIN, M.:** "Myopia and stature: findings in a population of 106, 926 males". *Eur. J. Ophthalmol.*, 5 (1): 1-6 (1995).

**ROSSENFELD, M.; KENNETH, J.; CIUFFREDA, K.J.; NOVOGRODSKY, L.:** "Contribution of accommodation and disparity-vergence to transient nearwork-induced myopic shifts". *Ophthalmol. Physiol. Opt.*, 12: 433-436 (1992).

**RUPOLO, G.; ANGI, M.; SABBADIN, E.; CAUCCI, S.:** "Treating Myopia with acoustic biofeedback – a prospective study on the evolution of visual acuity and psychological distress". *Psychosom. Med.*, 59(3): 313-317 (1997).

**SATO, T.:** "Criticism of various accommodaogenous theories on school myopia". *Doc. Ophthalmol. Proc. Ser.*, 28: 97-102 (1981).

BIBLIOGRAFÍA

---

**SAUNDERS, H.:** "Age dependence of human refractive errors". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 1: 159-174 (1981).

**SAUNDERS, K.J.; WOODHOUSE, J.M.; WESTALL, C.A.:** "Emmetropization in human infancy: rate of change is related to initial refractive error". *Vision Res.*, 35 (9): 1325-1328 (1995).

**SCAMMON, R.E.; WILMER, H.D.:** "Growth of the components of the human eyeball. II- Comparison of calculated volumes of the eyes of the newborn and of adults and their components". *Arch. Ophthalmol.*, 27: 37 (1950).

**SCHAEFFEL, F.; GLASSER, A.; HOWLAND, H.C.:** "Accommodation, refractive error, and eye growth in chickens". *Vis. Res.*, 28: 639-657 (1988).

**SCHAEFFEL, F.; TROILO, D.; WALLMAN, J.; HOWLAND, H.C.:** "Developing eyes that lack accommodation grow to compensate for imposed defocus". *Vis. Neurosci.*, 4 : 177-183 (1990).

**SCHAEFFEL, F.; HOWLAND, H.C.:** "Properties of the feedback loops controlling eye growth and refractive state in the chicken". *Vis. Res.*, 31: 717-734 (1991).

**SCHAEFFEL, F.; DIETHER, S.:** "The growing eye – an autofocus system that works on very poor images". *Vis. Res.*, 39 (9): 1585-1589 (1999).

**SCHALIJ-DELFOOS N.; BARBIAN C.; WITTEBOL-POST D.; CATS B.:** "The development of myopia in premature infants with and without retinopathy of prematurity". *Invest. Ophthal. Visual Sci.* 33 ( Suppl.) 1281 (1992).

**SCOTT, R.; GROSVENOR, T.:** "Structural model for emmetropic and myopic eyes". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 13: 41-47 (1993).



**SEILER, T.; HOLSCHBAUCHM, A.; DERSE, M.:** "Complications of myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser". *Ophthalmol.*, 101:144-160 (1994).

**SEPTON, R.D.:** "Myopia among optometry students". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 61: 745-751 (1984).

**SETNER, R.L.; SIVAK, J.G.:** "Experimentally induced myopia in chicks". *Can. J. Optom.*, 50: 190-193 (1988).

**SHERMAN, A.:** "Myopia can often be prevented, controlled or eliminated". *Journal of Behavioral Optometry*, 4 (1), 16: 20-22 (1993).

**SHIN, Y.F.; HO, T.C.; CHEN, M.S.; LIN, L.L.; WANG, P.C.; HOU, P.K.:** "Experimental myopia in chickens induced by corneal astigmatism". *Acta Ophthalmologica*, 72 (5): 597-601 (1994).

**SHULTZ, L.B.:** "Personality and physical variables as related to refractive errors". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 37: 551-571 (1960).

**SHULTZ, L.B.:** "Variations in refractive change induced by cyclogylupon children with differing degrees of ammetropia". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 52: 482-484 (1975).

**SIVAK, J.G.; BARRIE, D.L.; WEERHEIM, J.A.:** "Bilateral experimental myopia in chicks". *Optom. Vis. Sci.*, 66:854-8 (1989).

**SIVAK, J.G.:** "Optical adaptations of the vertebrate eye". In: Grosvenor, T.; Flom, M.C. eds. *Refractive Anomalies. Res. Clin. Appl.* Boston. Butterworth-Heinemann, 219-234 (1991).

## BIBLIOGRAFÍA

---

**SMITH, A.B.; TANAKA, S.; HALPERIN, W.; RICHARDS, R.:** "Report of a cross-sectional survey of video display terminal users at the Baltimore Sun". National Institute for Occupational Safety and Health, Center for Disease Control. Cincinnati, Ohio (1982).

**SMITH, E.L.; MAGUIRE, G.W.; WATSON, J.T.:** "Axial lengths and refractive errors in kittens reared with an optically induced anisometropia". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 19: 1250-1255 (1980).

**SMITH, E.L.; HARWERTH, R.S.; CRAWFORD, M.L.J.; VON NOORDEN, G.K.:** "Observations on the effects of form deprivation on the refractive status of the monkey". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 28: 1236-1245 (1987).

**SMITH, G.; PIERSCIONEK, B.K.** "The optical structure of the lens and its contribution to the refractive status of the eye". *Ophthal. Physiol. Opt.*, 18(1): 21-29 (1998).

**SMITH, E.L.; HUNG, L.F.:** "The role of optical defocus in regulating refractive development in infant monkeys". *Vis. Res.*, 39 (8): 1415-1435 (1999).

**SKELLER, D.:** "Anthropological and Ophthalmological studies on the Angmagssalik Eskimos". *Meddelelser om Gronland*, 107: 1-211 (1954).

**SLATAPER, F.J.:** "Age norms of refraction and vision". *Arch. Ophthalmol.*, 43: 466-481 (1950).

**SORSBY, A.; BENJAMIN, B.; DAVEY, J.B.; SHERIDAN, M.; TANNER, J.M.:** "Emmetropia and its aberrations". Medical Research Council Special Report Series. N° 293. HMSO, London, UK (1957).

**SORSBY, A.; BENJAMIN, B.; SHERIDAN, M.:** "Refraction and its components during growth of the eye from the age of three". *Med. Res. Coun. Spec. Report. Ser.*, n° 301. HMSO, London (1961).

**SORSBY, A.; SHERIDAN, M.; LEARY, G.A.:** "Refraction and its components in twins". Med. Res. Council. Spec. Rep. Ser., n° 309. London (1962).

**SORSBY, A.; LEARY, G.A.:** "A longitudinal study of refraction and its components during growth". Med. Res. Council. Spec. Report. Ser n° 309. HMSO. London (1970).

**SORSBY, A.:** "The functional anomalies. Section I. Refraction and accommodation. In: Sorsby, A., ed. Modern Ophthalmology, 3. Philadelphia, pa: J.B. Lippincott. (1972).

**SORSBY, A.:** "Biology of the eye as an optical system". In: Safir, A. Ed. Refraction and Clinical Optics. Hagerstown Md: Harper and Row, 133-149 (1980).

**STANSBURY, F.C.:** "Pathogenesis of myopia. A new classification". Arch. Ophthalmol., 39: 273-299 (1948).

**STEIGER, A.:** "Sreiflichter zur Myopiefrage". Klin. Mbl. Augenheil., 185:153-155 (1916).

**STENSTRÖM, S.:** "Variations and correlations of the optical components of the eye". En Modern Trends in Ophthalmology ( ed. A. Sorsby), vol. 2, Paul B. Hoeber, New York, pp 87-102 (1947).

**STENSTRÖM, S.:** "Investigation of the variation and the covariation of the optical elements of human eyes". Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 25 (5): 218-32; (6): 286-99; (7): 340-50; (8): 388-97; (9): 438-49; (10): 496-504 (1948).

**STONE, J.:** "The possible influence of contact lenses on myopia". Br. J. Physiol. Opt., 31: 89-114 (1976).

## BIBLIOGRAFÍA

---

- STONE, R.A.; LATIES, A.M.; RAVIOLA, E.; WIESEL, T.N.:** "Increase in retinal vasoactive intestinal polypeptide after eyelid fusion in primates". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85: 257-60 (1988).
- STRANG, N.C.; SCHMID K.L.; CARNEY, L.G.:** "Hyperopia is predominantly axial in nature". *Curr. Eye Res.*, 17(4): 380-383 (1998).
- TAIT, E.C.:** "Refraction and heterophoria". In Harley RD (ed.). *Pediatric Ophthalmology*, p. 119. WB Saunders Company. Philadelphia (1975).
- TANE, S.; KOHNO, J.:** "Ultrasonic biometry of the saggittal growth of eyes in children". *Doc. Ophthalmol. Proc. Ser.*, 38: 277-93 (1983).
- TEASDALE, T.W.; GOLDSCHMIDT, E.:** "Myopia and its relationship to education, intelligence and height". *Acta ophthalmologica, suppl.* 185: 41-43 (1988).
- TEIKARI, J.M.; O'DONNELL, J.O.; KAPRIO, J.; KOSKENVUO, M.:** "Impact of heredity in myopia". *Hum. Hered.*, 41:151-156 (1991).
- THORN, F.; DOTY, R.W.; GRAMIAK, R.:** "Effect of eyelid suture on development of ocular dimensions in macaques". *Curr. Eye Res.*, 82(1): 727-733 (1981).
- TOKORO, T; KABE, S.:** "Relation between changes in the ocular refraction and development of myopia" *Acta Soc. Ophthalmol. Jpn.*, 68: 1240-1253 (1964).
- TOKORO, T.; SUZUKI, K.:** "Changes in ocular refractive components and development of myopia during seven years". *Jpn. J. Ophthalmol*, 13: 27-34 (1969).
- TOMLINSON, A.; LEIGHTON, D.A.:** "Ocular dimensions and the heredity of angle-closure glaucoma". *Br. J. Ophthalmol.*, 57: 475-486 (1973).

TRACHTMAN, J.N.: "Biofeedback of accommodation to reduce functional myopia: a case report". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 55: 400-406 (1978).

TSCHERNING, M.: "Om afhaengigheden mellem corneas krumning, legemshojden og horedets omfang". *Hospitalstidende*, 4: 1129-1140 (1886).

VAN ALPHEN, G.W.H.M.: "On emmetropia and ametropia". *Ophthalmologica*, (suppl. 142): 1-92 (1961).

VAN ALPHEN, G.W.H.M.: "Emmetropia and ametropia". In *Refractive Anomalies of the Eye*, nindb Monograph n° 5, Department of Health, Education and Welfare, Bethesda, Md, USA, pp. 29-34 (1967).

VAN ALPHEN, G.W.H.M.: "Choroidal stress and emmetropization". *Vision Res.*, 26: 723-734 (1986).

VAN VEEN, H.G.; GOSS, D.A.: "Simplified system of Purkinje image photography for phakometry". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 65: 905-8 (1988).

VOGEL, R.: "Pharmaceutical agents and the prevention or reduction of progressive myopia". *Acta Ophthalmol. (Suppl. 185)*: 134-138 (1988).

VON GRAEFE, A.: "Beiträge zur Physiologie ind Pathologie der schiefen Augenmuskeln". *Arch. J. Ophth.*, 1: 1-167 (1854).

VON PFLUGK, A.: "Die fixierung der wirbeltier linsen, insbesondere der linse des neugeborenen Menschen". *Klin. Mbl. Augenheilk.*, 47:1-14 (1909).

VON REUSS, A.: "Untersuchungen über den Einfluss des Lebensalters auf die Krümmung der Hornhaut nebst einigen Bemerkungen über die Dimensionen der Lidspalte". *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthamol.*, 27: 27 (1881).

BIBLIOGRAFÍA

---

- WALLMAN, J.; ADAMS, J.I.; TRACHTMAN, J.N.:** "The eyes of young chickens growth toward emmetropia". Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 20: 557-561 (1981).
- WALLMAN, J.; GOTTLIEB, M.D.; RAJARAM, V.; FUGATE-WENTZEK, L.A.:** "Local retinal regions control local eye growth and myopia". Science, 237: 73-7 (1987).
- WANG, F.R.; ZHOU, X.D.; ZHOU, S.Z.:** "A CT Study of the relation between ocular axial biometry and refraction". Chung Hua Yen Ko Tsa Chih, 30 (1): 39-40 (1994).
- WARD, P.A.:** "A review of some factors affecting accommodation". Clin. Exp. Optom., 70: 23-32 (1987).
- WEALE, R.:** "The ageing Eye". Lewis, London (1963).
- WEALE, R.:** "The ageing eye: geographic and climatic influence on the ageing process". Compte Rendu du 2eme Symposium International de la Presbytie. Essilor, Paris (1981).
- WEALE, R.:** "In: A biography of the eye: development, growth, age". H.K.L. Lewis, London (1982).
- WEEKERS, R.; GRIETEN, J.:** "Mesure de la profondeur de la chambre anterieure en clinique". Soc. Belge Ophthalmol., 129: 361-381 (1961).
- WEEKERS, R.; LUYCK-BACUS, J.; WEEKERS, J.F.:** "Etude ultrasonique des dimensions respectives des segments anterieur et posterieur du globe oculaire dans diverse affections genetiques". In Oksala, A.; Gernet, H.: Ultrasonic in Ophthalmology: Proceedings of the Munster symposium. (1967).
- WEYMOUTH, F.W.; HIRSCH, M.J.:** "Relative growth of the eye". Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom., 27: 317-328 (1950).

**WICKHAM, M.G.:** "Growth as a factor in the etiology juvenile-onset myopia". In Goss, D.A.; Edmonson, L.L.; Bezan, D.J. eds. Proceedings of the 1986 NSU Symposium on Theoretical and Clinical Optometry. Tahlequah, OK: Northeastern State University, 117-137 (1986).

**WILDSOET, C.F.; PETTIGREW, J.D.:** "Experimental myopia and anomalous eye growth patterns unaffected by optic nerve section in chickens: evidence for local control of eye growth". Clin. Vis. Sci., 3: 99-107 (1988).

**WINKLER, T.; KAME, R.:** "Orthokeratology handbook". Newton: Butterworth-Heinemann (1995).

**WOOD, I.C.J.; HODI, S.:** "Refractive findings of a longitudinal study of infants from birth to one years of age". Invest. Ophthal. Visual Sci. 33 ( Suppl.) 971 (1992).

**WOOD, I.C.J.; HODI, S.:** "Longitudinal changes in refractive error in infants during the first year of life. Eye, 9: 551-557 (1995).

**WOOD, I.C.J.; MUTTI, D.O.; ZADNIK, K.:** "Crystalline lens parameter in infancy". Ophthalmol. Physiol. Opt., 16(4): 310-317 (1996).

**WORKING GROUP ON MYOPIA PREVALENCE AND PROGRESSION.** National Research Council Committee on Vision. Washington: National Academy Press (1989).

**WOUNG, L.C.; LUE, Y.F.; SHIH, Y.F.:** "Accommodation and pupillary response in early-onset myopia among schoolchildren". Optom. Vis. Sci., 75(8): 611-616 (1998).

**WYATT, H.T.; FISHER, R.F.:** "A simple review of age related changes in the shape of the lens of the human eye". Eye, 9: 772-776 (1995).

BIBLIOGRAFÍA

---

**YINON, U.; KOSLOWE, K.C.; RASSIN, M.I.:** "The optical effects of eyelid closure on the eyes of kittens reared in light and dark". *Curr. Eye Res.*, 3: 431-439 (1984).

**YOUNG, F.A.; BEATTIE, R.J.; NEWBY, F.J.; SWINDAL, M.T.:** "The Pullman study: a visual survey of Pullman school children". Part II. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.*, 31: 192-203 (1954).

**YOUNG, F.A.:** "Myopia and personality". *Am. J. Optom.*, 44: 192-201 (1967).

**YOUNG, F.A.; LEARY, G.A.; BALDWIN, W.R.:** "The transmission of refractive errors within Eskimo families". *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Opt.*, 46: 676-685 (1969).

**YOUNG, F.A.; LEARY, G.A.; BALDWIN, W.R.; WEST, D.C.; BOX, R.A.; GOO, F.J.; JOHNSON, C.:** "Refractive errors, reading performance, and school achievement among Eskimo children". *Am. J. Optom.*, 47: 384-390 (1970).

**YOUNG, F.A.:** "The development and control of myopia in human and subhuman primates". *Contacto* 19(6): 16-31 (1975).

**YOUNG, F.A.:** "Intraocular pressure dynamics associated with accommodation". In Fledelius, H. (ed.). *Third International Conference on Myopia. Doc. Ophthalmol. Pro. Ser. 28.* Dr W.Junk Publishers, The Hague (1981).

**ZADNIK, K.; MUTTI, D.O.:** "Refractive errors changes in law students". *Am. J. Optom. Physiol. Opt.*, 64: 558-561 (1987).

**ZADNIK, K.; MUTTI, D.O.; FRIEDMAN, N.E.; ADAMS, A.J.:** "Initial cross-sectional results from the Orinda longitudinal study of myopia". *Optom. Vis. Sci.*, 70: 750-8 (1993).



**ZADNIK, K.; SATARIANO, W.A.; MUTTI, D.O.; SHOLTZ, R.I.; ADAMS, A.J.:** "The effect of parental history of myopia on childrens eye size". *J. Am. Med. Assoc.*, 271 (17): 1323-1327 (1994).

**ZADNIK, K.; MUTTI, D.O.:** "How applicable are animal models to human juvenile-onset myopia?". *Vis. Res.*, 35 (9): 1283-1288 (1995).

**ZADNIK, K.; MUTTI, D.O.; FUSARO, R.E.; ADAMS, A.J.:** "Longitudinal evidence of crystalline lens thinning in children". *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 36 (8): 1581-1587 (1995).

**ZADNIK, K.:** "Myopia development in chidlhood". *Optom. Vis. Sci.*, 74(8): 603-608 (1997).

**ZHANG, J.:** "A preliminary study on the relation of myopia to the development and nutrition of primary and middle school". *Yen\_ko-hsueh-Pao*, 10 (2): 121-124 (1994).



Biblioteca Universitaria de Granada



01053041