

Aspectos a considerar para el diagnóstico del queratocono infantil

Aspects to consider for the diagnosis of infant keratoconus

Karyna Castro Cárdenas^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7781-8228>

Daniel Yulius Mayea Díaz² <https://orcid.org/0000-0003-2317-6888>

Yaney Zayas Ribalta¹ <https://orcid.org/0000-0002-7057-5227>

Aliuska Fernández Cuevas¹ <https://orcid.org/0000-0003-1777-7433>

¹Hospital General Provincial Docente Dr. Antonio Luaces Iraola. Ciego de Ávila, Cuba.

²Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. Marianao, La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: karynac@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: Globalmente, existe un aumento de la prevalencia del queratocono y su diagnóstico en edades tempranas. Se notifican un gran número de casos subclínicos y otros con una rápida progresión, condicionada por el inicio precoz de la enfermedad y la asociación a factores de riesgo.

Objetivo: Describir los aspectos epidemiológicos, clínicos y el resultado de los medios de diagnóstico implicados en la detección precoz del queratocono infantil.

Desarrollo: En niños con ametropía hay elementos que alertan la presencia de un queratocono como causa del defecto refractivo. Desde el punto de vista epidemiológico se encuentran: distribución geográfica, rol de la herencia y factores ambientales. Clínicamente se señalan los antecedentes de enfermedades, tales como las alergias, la presencia de miopía o astigmatismo miópico con inestabilidad refractiva y los signos clínicos relacionados con la progresión del cono. En los pacientes de riesgo es preciso realizar exámenes mediante diferentes medios de



diagnóstico según su disponibilidad, siendo primordial el análisis refractivo, queratométrico y topográfico.

Conclusiones: En la evaluación de los niños con ametropía se deben tener en cuenta elementos epidemiológicos y clínicos que permiten sospechar y diagnosticar precozmente el queratocono. En la interpretación de los resultados de los medios de diagnóstico involucrados en su detección, se deben considerar los hallazgos más frecuentes en la población infantil según el grado de progresión de la ectasia.

Palabras clave: niño; queratocono; astigmatismo; miopía; errores de refracción; topografía de la córnea.

ABSTRACT

Introduction: Globally, there is an increase of the keratoconus prevalence and its diagnosis in early ages. A great number of subclinical cases and others with a quick progression are notified, conditioned by the early onset of the disease and the association with risk factors.

Objective: To describe the epidemiological, clinical aspects and the result of diagnostic means involved in the early detection of infant keratoconus.

Development: There are elements that alert the presence of a keratoconus as a cause of the refractive defect in children with ametropia. From the epidemiologic point of view they are: geographical distribution, heredity role and environmental factors. History of previous diseases are clinically pointed out, such as allergies, myopia or myopic astigmatism with refractive instability and the clinical signs related to cone progression. In risk patients it is necessary to carry out exams by means of different diagnostic means according to their availability, being essential the refractive, keratometric and topographic analysis.

Conclusions: In the evaluation of children with ametropia, epidemiological and clinical elements should be taken into account that allow to suspect and early diagnose the keratoconus. In the interpretation of results of the diagnostic means involved in their detection the most frequent findings in the infant population, should be considered according to the ectasia degree of progression.



Keywords: child; keratoconus; astigmatism; myopia; refractive errors; corneal topography.

Recibido: 22/11/2021

Aprobado: 07/02/2024

Introducción

Mundialmente, la incidencia y prevalencia del queratocono varían y muestran una tendencia al aumento.^(1,2) Investigaciones notifican rangos de prevalencia e incidencia anual de 44-192,1 y 3,6-28,47 por cada 100 000 habitantes, respectivamente.^(3,4,5) Torres *et al*,⁽⁶⁾ en Arabia Saudita, informaron una prevalencia en niños de 4,79 %.

El queratocono se define como una ectasia corneal bilateral con reducción del espesor focal y aumento de la curvatura corneal central o paracentral, que origina un defecto refractivo con el consecuente deterioro visual.^(7,8,9) Varios autores^(1,7,10,11) lo conceptualizan como una enfermedad no inflamatoria, aunque se ha comprobado que existen mediadores inflamatorios en córneas con queratocono.^(12,13) Desde el punto de vista causal, se describe como una enfermedad multifactorial, en la cual influyen factores genéticos, biomecánicos y ambientales.⁽¹³⁾

Dicha enfermedad puede producir miopía elevada, astigmatismo irregular y deterioro visual. El tratamiento de los pacientes que la presentan depende de la severidad e incluye: evitar el frotamiento ocular y tratar a los afectados con enfermedades asociadas que pudieran provocarlo, tales como los estados alérgicos,⁽¹⁴⁾ la corrección óptica con cristales o lentes de contacto de diferentes tipos, los anillos intracorneales, el *cross-linking* de colágeno y queratoplastia.^(12,15,16)

El diagnóstico del queratocono en los niños constituye un desafío por las manifestaciones subclínicas en estadios iniciales, la deficiente cooperación y el acceso limitado a medios de diagnóstico, por citar algunas razones. Esto conlleva un subregistro de los pacientes, además de la tendencia del personal de la salud



involucrado en corregir las ametropías en la infancia, sin realizar otras pruebas diagnósticas como la topografía corneal en pacientes con riesgo de queratocono.

Debido a la necesidad de sospechar y diagnosticar precozmente el queratocono en los niños con ametropía e iniciar de inmediato su corrección óptica y seguimiento individualizado, además de la variabilidad de criterios diagnósticos en la edad infantil presentes en la bibliografía y el riesgo de complicaciones, así como de secuelas potencialmente peligrosas para la calidad visual, se realizó la presente investigación para describir los aspectos epidemiológicos, clínicos y el resultado de los medios de diagnóstico implicados en la detección precoz del queratocono infantil.

Métodos

Dado el enfoque exploratorio y la amplitud que abarca esta temática, se realizó una revisión bibliográfica narrativa desde septiembre hasta diciembre del 2021, a fin de sintetizar los datos e información sobre el tema. Para la estrategia de búsqueda se seleccionaron como fuentes de información las bases de datos siguientes: PubMed/Medline, Scielo Regional, Dialnet, EBSCO, LILACS y LATINDEX, a través de los descriptores en ciencias de la salud (DeCs): niños, queratocono, astigmatismo, miopía, errores de refracción, topografía de la córnea; combinados con operadores booleanos OR, AND y NOT.

Las fuentes de información fueron seleccionadas según los criterios de inclusión planteados por los autores y regidos por las normas de redacción de la revista: investigaciones en su mayoría pertenecientes a los últimos 5 años, que estuvieran a texto completo, en idiomas inglés, español y portugués. Se excluyeron los artículos breves de opinión y aquellos donde los resultados no se mostraban de manera adecuada y coherente.

Se obtuvieron 198 referencias bibliográficas, de las cuales 50 fueron incluidas en la investigación (36 en inglés y 14 en español), consideradas las más representativas según el objetivo propuesto.

El proyecto de investigación fue aprobado por el Consejo Científico de la institución.



Desarrollo

En la evaluación de los niños con ametropía hay aspectos epidemiológicos y clínicos, además de los resultados de exámenes de diagnóstico, que orientan hacia el queratocono como posible causa del defecto refractivo.

Aspectos epidemiológicos

Generalmente, su inicio se describe en la pubertad, probablemente por la influencia de las hormonas sexuales y tiroideas,^(17,18) con progresión hasta la cuarta o quinta décadas de la vida. En algunos pacientes se produce una evolución vertiginosa de la enfermedad, que se ha relacionado con el inicio a edades tempranas.^(12,19) Se debe reflexionar sobre la posibilidad de un comienzo más precoz de lo descrito en la bibliografía,⁽¹⁾ pues en las etapas iniciales cursa por lo común de manera asintomática y puede existir un número considerable de casos subclínicos sin diagnosticar.

Varias investigaciones han estudiado el queratocono en poblaciones infantiles. Con relación a la edad, Tharini *et al*,⁽²⁰⁾ en la India, notificaron una edad media de $9,3 \pm 1,8$ años en una serie de 586 ojos. Por su parte, Rojas⁽¹³⁾ informó un predominio del grupo de 14-16 años en una muestra de niños y adolescentes en Ecuador. En Cuba, una investigación realizada en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer notificó un promedio de edad de $10,77 \pm 3,07$ años⁽²¹⁾ y otro estudio efectuado en la provincia de Ciego de Ávila informó un predominio del grupo de 14-17 años, aunque 16 % de esos pacientes tenían menos de 8 años de edad.⁽²²⁾

En cuanto al sexo, los resultados difieren en investigaciones que involucran a la generalidad de la población, aunque la mayoría ellas informan un predominio de los varones.^(4,16,23) De manera similar, estudios en la población infantil muestran que entre 54-70 % de los pacientes son del sexo masculino.^(20,22,24,25)

Las investigaciones comunican gran variabilidad en la incidencia y prevalencia del queratocono según el área geográfica.^(1,9,11) La elevada exposición a la radiación ultravioleta es un factor identificado en su desarrollo, debido a la posible influencia



del estrés oxidativo en su patogenia.⁽¹⁷⁾ Acorde con estos elementos, habitar en zonas de elevada altitud se señala como un factor de riesgo del queratocono, pues por cada 1000 m de altura, aumenta 10 % el nivel de radiación solar ultravioleta.⁽⁷⁾

De hecho, la incidencia según el origen étnico muestra una gran afectación en árabes,⁽¹⁾ probablemente por la consanguinidad, que eleva el riesgo de enfermedades genéticas.^(7,17,26,27) También se indica que la elevada exposición a la radiación ultravioleta puede ejercer un efecto potenciador del componente genético y elevar la incidencia de queratocono en estas poblaciones.⁽¹⁾ Igualmente, se notifica una alta prevalencia en pacientes de origen asiático.⁽¹⁷⁾

Aunque la presentación más frecuente es la esporádica, sin afectación familiar, se informan entre 5-27,9 % de afectados con antecedentes familiares.^(1,28,29) Al respecto, Wang *et al*⁽³⁰⁾ notificaron una prevalencia de queratocono de 8,77 % en parientes de primer grado. Se estima que las formas subclínicas tienen 15-67 veces un predominio superior en pacientes con familiares de primer grado, quienes presenten esta afección.⁽¹⁵⁾

La mayor prevalencia de esta ectasia en determinados grupos étnicos y en individuos con antecedentes familiares de queratocono confirma el origen genético en una parte de los pacientes. Se plantea una herencia autosómica dominante con penetrancia incompleta y expresividad variable, aunque también se han propuesto patrones recesivos (especialmente en poblaciones con elevada consanguinidad).⁽¹⁷⁾

Aspectos clínicos

Asociación con otras enfermedades

Por lo general, el queratocono se presenta de forma aislada, aunque se notifican enfermedades oculares y sistémicas asociadas (cuadro 1).^(12,31)

Cuadro 1. Enfermedades asociadas al queratocono infantil

Oculares	Sistémicas
- Queratoconjuntivitis atópica	- Atopia
- Queratoconjuntivitis vernal	- Síndrome de Down
- Amaurosis congénita de Leber	- Síndrome de Ehlers Danlos
- Retinosis pigmentaria	- Síndrome de Marfan
- Aniridia	- Síndrome de Apert
- Retinopatía de la prematuridad	- Síndrome de Crouzon



- Esclera azul	- Síndrome de Noonan
- Catarata congénita	- Síndrome de Raynaud
- Ectopia lenticular	- Síndrome de Rieger
- Distrofia de Fuchs	- Prolapso de la válvula mitral
- Distrofia polimorfa posterior	- Osteogénesis imperfecta
- Microcórnea	- Sindactilia
	- Xerodermia pigmentosa

Estudios en poblaciones generales notifican un vínculo habitual entre las enfermedades alérgicas y el queratocono. En tal sentido, Alqudah *et al*,⁽²⁸⁾ hallaron que la conjuntivitis alérgica es la afección asociada más frecuente y Youn *et al*,⁽¹⁰⁾ obtuvieron una asociación significativa entre el queratocono y las enfermedades atópicas, tales como la rinitis alérgica, el asma y la dermatitis atópica. Similar a los adultos, en los niños se informa fundamentalmente asociación con afecciones alérgicas como la queratoconjuntivitis vernal, la dermatitis atópica y el asma.^(13,17,24) Un estudio en una muestra de niños con queratocono informó un predominio de pacientes con queratoconjuntivitis alérgica (45,1 %), alergia sistémica (23,2 %) y dermatitis atópica (11,0 %).⁽¹³⁾

Se ha demostrado que el frotamiento ocular por alergia produce una respuesta inflamatoria localizada con reducción en la resistencia corneal y el desplazamiento periférico de sustancia del ápex corneal.^(2,23) Además, el rascado de los ojos se ha asociado con un incremento del riesgo de queratocono mayor de 4 veces.⁽²⁷⁾ Un estudio realizado en un centro oftalmológico en Egipto informó que 45 % de los niños con queratocono refirieron prurito ocular.⁽²⁹⁾

Manifestaciones clínicas

En casos leves o subclínicos puede existir una buena visión sin corrección o un defecto refractivo pequeño que no permita sospechar el cono. Según avanza la enfermedad, progresa el deterioro visual con inestabilidad refractiva; pueden aparecer fotofobia, diplopía, distorsión de imágenes, halos, prurito ocular e intolerancia a los lentes de contacto.^(28,31) En los niños es frecuente la visión borrosa por las ametropías presentes desde los inicios de la enfermedad^(13,22) y el impacto visual dependerá de su gravedad.⁽³²⁾ Mahmoud *et al*⁽²⁹⁾ informaron que el 53 % de sus pacientes manifestaban deterioro visual.



Cuadro 2. Signos presentes en el queratocono

Iniciales	- Reflejo en gota de aceite (signo de Charleux)
	- Reflejo o sombra en tijera
Precoces	- Nervios corneales ligeramente prominentes
	- Adelgazamiento y protrusión corneal leves
	- Anillo de Fleischer
	- Estrías de Vogt
Tardíos	- Signo de Rizzuti
	- Cicatrización corneal superficial
	- Rupturas en la membrana de Bowman
	- Nervios corneales con engrosamiento acentuado
	- Signo de Munson
Finales	- Nódulo corneal apical
	- Protrusión y adelgazamiento corneal severo
	- Hidropesía aguda
	- Opacidad corneal apical

Clasificación de los autores adaptada según los resultados informados en investigaciones. (20,29,31)

Los signos, son disímiles y se presentan según el grado de severidad del cono, tal como se muestran en el cuadro 2. En los niños, los más frecuentes aparecen en etapas con menor progresión, como el reflejo en tijera,⁽¹³⁾ el anillo de Fleischer^(22,29) y los nervios corneales prominentes;⁽²⁹⁾ aunque se han informado casos graves con hidropesía aguda relacionados con un inicio de la enfermedad en edades tempranas.^(12,29) Al respecto, un ensayo clínico efectuado en la India sobre el queratocono en la infancia informó que 7,7 % de los pacientes mostraron hidropesía aguda como manifestación inicial.⁽³³⁾

Se considera que el queratocono es bilateral asimétrico, por lo que se debe realizar un adecuado seguimiento para diagnosticar estadios incipientes en el ojo no afectado.^(7,15,31) Este aspecto es trascendental en los infantes por la presentación habitual de etapas subclínicas, donde no se prueba la bilateralidad desde el inicio.

Exámenes de diagnóstico

Los medios de diagnóstico para detectar las ectasias han evolucionado notablemente y muestran algunos resultados distintivos en poblaciones infantiles con queratocono.



Refracción

Durante la emetropización ocurren cambios refractivos en los niños. La detección de defectos atípicos para la edad del paciente posibilita corregirlos precozmente antes de finalizar el desarrollo visual y prevenir la ambliopía.

La esfera muestra valores positivos al nacer entre una y 4 dioptrías (D)⁽³⁴⁾ y cambia de más 2 D a más 0,75 D entre los 3 meses de edad hasta los 3,5 años; luego disminuye la variabilidad refractiva y después de los 6 años no debe presentar ametropías.⁽³⁵⁾ En relación con el cilindro, es frecuente un astigmatismo contra la regla al nacer que decrece hasta los 6 años y varía a favor de dicha regla.⁽³⁴⁾

Según estos elementos, la presencia de miopía antes de los 6 años de edad y el incremento del cilindro o variaciones en su eje diferentes a las descritas, son hallazgos anormales que precisan una evaluación minuciosa para determinar la causa de la ametropía y descartar o diagnosticar precozmente la presencia de queratocono.

Estudios avalan la presencia de miopía y astigmatismo miópico 3D o más en escolares, con una tendencia al aumento;^(34,36) sin embargo, no es habitual realizar exámenes de diagnóstico en estos pacientes para aclarar si dichos errores de refracción son provocados por una enfermedad corneal subyacente como el queratocono.

Por lo general, el deterioro visual en pacientes con esta ectasia se produce por defectos refractivos elevados, debido al aumento de la curvatura corneal habitualmente asimétrica. En adultos es frecuente el astigmatismo miópico irregular y las aberraciones ópticas de alto orden según el progreso del cono, que deterioran la agudeza visual.⁽¹⁹⁾ En los niños, el astigmatismo irregular no es lo más frecuente por presentar generalmente estadios leves al diagnóstico; es común el astigmatismo regular con mayor o menor grados de asimetría en sus meridianos.^(13,19)

En estudios de poblaciones infantiles se informa una agudeza visual sin corrección entre 0,01-0,3 líneas y mejor corregida de 0,05-0,6.^(13,22,37) El cuadro 3 muestra los valores queratorrefractivos en niños con queratocono, que difieren entre ellos según los criterios de selección de las muestras y las variables estudiadas. Investigaciones revelan que más de la mitad de los niños con la enfermedad presentan astigmatismo miópico compuesto.^(13,22) Bernal *et al*⁽³⁷⁾ obtuvieron un cilindro medio de -3,70 D,



análogo a Rojas,⁽¹³⁾ que informó cifras entre 2-5 D en la mayoría de los pacientes, con progresión en 3 años de seguimiento.

Cuadro 3. Valores queratométricos y refractivos en niños con queratocono

Autores (año)	Rango de edades (años)	Grupos de estudio	Muestra (N)	K (D)	Esfera (D)	Cilindro (D)	Observaciones
Bernal ⁽³⁷⁾ (2014)	5-15	Casos	53	47,4 ± 1,41	-4,12 ± 2,98	-3,70 ± 2,53	Incluyó pacientes con queratocono en estadios 1 y 2.
		Controles	147	44,85 ± 0,21	-1,16 ± 0,48	-1,25 ± 0,35	
Rojas ⁽¹³⁾ (2018)	Menor de 18	Casos al diagnóstico	188	49,6	No estudiada	4,6	No especifica el rango de edad.
		Casos a los 3 años	188	52,4	No estudiada	5,1	
Nagib ⁽²⁴⁾ (2019)	6-14	Casos	16	49,6 ± 2,9	-8,37 ± 2,6	-4,19 ± 1,9	Incluyó solo pacientes con alta miopía (mayor de 6D).
		Controles	158	44,3 ± 2,8	-8,1 ± 2,8	-4,14 ± 1,8	
Alfonso ⁽³²⁾ (2019)	10-18	Casos	118	47,18 ± 2,88	-1,77 ± 2,35	-3,64 ± 2,48	Datos preoperatorios de implante de anillos intraestromales
Iqbal ⁽³⁸⁾ (2019)	9-17	Casos	63	48,75 ± 4,25	-3,69 ± 3,07	-4,65 ± 1,78	Datos preoperatorios de operación combinada (<i>cross linking</i> / anillos intraestromales)
Tharini ⁽²⁰⁾ (2022)	Menor de 12	Casos	586	51,99±7,1 D	-3,50 ± 1,6	-4,80 ± 2,7	Centro de atención terciario

N: número de ojos, K: Queratometría, D: dioptrías

Otro aspecto importante que alerta la presencia del queratocono es la velocidad de progresión del defecto refractivo.⁽¹⁹⁾ Donovan *et al*,⁽³⁹⁾ al evaluar la progresión de miopía anual en niños con ametropía, informaron incrementos promedios según la etnia (-0,55 D en europeos y -0,82 D en asiáticos) y el sexo (-0,80 D para el femenino y -0,71 D para el masculino); además señalaron que la tasa de progresión disminuyó según aumentó la edad. En relación con el cilindro, en series de niños sin queratocono, Pärssinen *et al*⁽⁴⁰⁾ notificaron un incremento promedio de -0,26±0,30 D a -0,45±0,42 D en 3 años y Tong *et al*⁽⁴¹⁾ obtuvieron una progresión de -0,44 a -0,53 D en ese mismo periodo de tiempo. Según estos resultados, una progresión anual superior a 1 D en la esfera y a 0,50 D en el cilindro, puede implicar la presencia de queratocono.

Ahora bien, la infancia temprana es fundamental para lograr un aprendizaje y entrenamiento visual óptimos. Los defectos refractivos se deben diagnosticar y corregir tempranamente, a fin de evitar el deterioro visual irreversible por ambliopía.⁽³⁴⁾ En una serie de 25 pacientes entre 9 y 14 años de edad, 47 ojos



mostraron queratocono progresivo y 3 de ellos, presentaron ambliopía anisométrica.⁽⁴²⁾ La evaluación periódica de la visión y la remisión oportuna a un oftalmólogo infantil son importantes para detectar niños con riesgo de ambliopía, cuya causa puede ser un defecto refractivo provocado por el queratocono.

Queratometría

Mide la curvatura corneal, es una guía para diagnosticar y evolucionar la progresión del queratocono y muestra una correlación con los signos clínicos en la biomicroscopia anterior.⁽²²⁾ Sus valores generalmente son superiores a las 47 D en pacientes con esta ectasia (cuadro 3) y aumentan según la enfermedad progresa, hasta desarrollar curvaturas corneales prominentes con gran irregularidad, que producen limitaciones visuales e intolerancia a lentes de contacto en pacientes con la afección en estadio avanzado.⁽⁴³⁾

En los niños con queratocono habitualmente se notifican valores inferiores a los adultos. El aumento queratométrico depende de la progresión, que es mayor en pacientes con un inicio precoz de la enfermedad. En una investigación realizada en Ecuador, predominaron queratometrías entre 45-49,9 D en 60,1 % de los pacientes.⁽¹³⁾ Resultados análogos se informaron en Cuba, donde 58,5 % de los infantes estudiados tenían queratometrías menores de 48 D, aunque más de 10 % de ellos superaban las 53 D.⁽²²⁾ Mahmoud *et al*,⁽²⁹⁾ en Egipto, obtuvieron valores superiores, con promedio de $51,16 \pm 7,31$ D, que demuestran una elevada progresión queratocónica. Estos resultados pudieran estar relacionados con la exposición a los rayos ultravioletas en ese país y a que dicha investigación se desarrolló en un centro de atención terciaria, donde frecuentemente acuden pacientes con estadios avanzados.

Topografía

Evalúa la curvatura corneal, analiza los datos y genera mapas de la superficie anterior e índices que agrupan y simplifican la información obtenida. Es imprescindible para diagnosticar pacientes con queratoconos iniciales que presenten curvaturas corneales



poco pronunciadas y asimetría de poder entre las hemicórneas superior e inferior poco evidente.⁽³¹⁾ Su desarrollo y empleo en estudios poblacionales propició el diagnóstico de casos subclínicos, diagnosticados generalmente de forma accidental al realizar la topografía.⁽¹⁹⁾

Los patrones topográficos en adultos con queratocono frecuentemente revelan un astigmatismo irregular, mientras que en los niños es menos frecuente por presentar habitualmente estadios incipientes con patrones regulares asimétricos.^(13,19) En una muestra de niños predominó el patrón de botón de camisa asimétrico, el cual en cilindros menores de -2,50 D era a favor de la regla y en mayores de -2,75 D, oblicuo,⁽¹⁹⁾ lo que demuestra una tendencia a la oblicuidad al progresar el cilindro.

Cabe agregar que los índices corneales son útiles en pacientes de difícil diagnóstico, al integrar las características de la topografía y expresar los valores topográficos a partir de la información obtenida.

En niños con queratocono se ha informado una mayor afectación en los índices de sector diferenciado (DSI), inferior-superior (I-S) y asimetría inferior (IAI) en ese orden, en más de 60 % de los pacientes.⁽²²⁾ Otra investigación también obtuvo una importante afectación del I-S, e informó además, otros índices afectados sustancialmente como el de queratometría simulada (SimK), de clasificación de queratocono (KCI) y gravedad del queratocono (KSI).⁽¹⁹⁾ En queratoconos incipientes algunos de estos índices no muestran alteraciones, las cuales aparecen según progresa la irregularidad y la asimetría de la superficie.

La figura muestra la topografía corneal de un paciente de 10 años: (a) patrón regular asimétrico a favor de la regla con tendencia a la oblicuidad; (b) ligero descentramiento e irregularidad de las miras; (c) probabilidad de queratocono clínico (KC) de 47,3 %; (d) KSI de 4,1 % y (e) anormalidad en varios índices topográficos.



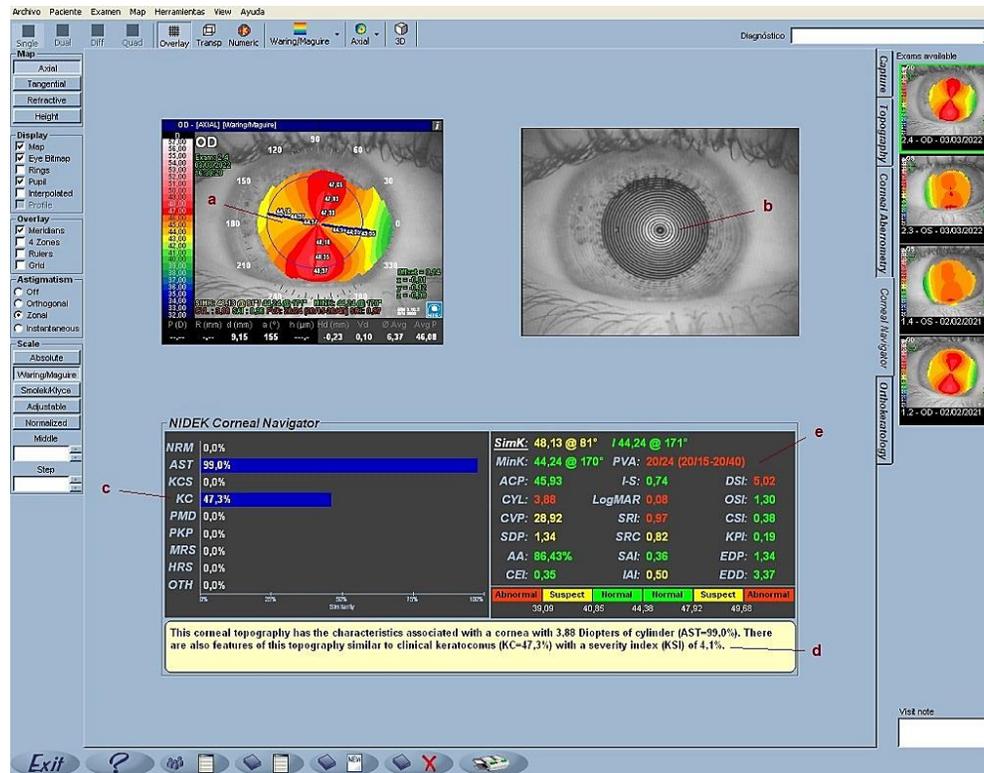


Fig. Topografía corneal de un niño con queratocono

Una acertada interpretación topográfica fundamentada en los patrones e índices favorece el diagnóstico precoz y certero del queratocono en poblaciones infantiles.⁽¹⁹⁾

Tomografía corneal

Es un examen muy útil para diagnosticar la enfermedad; actualmente existen diferentes equipos, algunos de ellos son Orbscan, Pentacam, Galilei y Sirius.⁽³¹⁾ Esta prueba brinda índices automatizados para la detección de cambios precoces en el queratocono;^(44,45) proporciona la elevación anterior y posterior corneal y un mapa paquimétrico. Además, posibilita localizar el ápex del cono al precisar el punto de máxima curvatura y de menor espesor de la córnea;^(21,44,45) aporta la densitometría y el volumen corneal, el cual disminuye en pacientes con queratocono.⁽²¹⁾

Bernal *et al*⁽²¹⁾ notificaron un aumento de la media de elevación anterior y posterior máxima, así como una disminución de la paquimetría del ápex y del punto más delgado del volumen corneal en ojos de niños con queratocono.



Arora y Lohchab⁽⁴⁶⁾ publicaron una serie de 5 casos entre 9 y 14 años de edad diagnosticados con ambliopía refractiva debido a astigmatismo miópico, 4 de los cuales presentaron una progresión media del cilindro de -3D a -5D en 6-8 meses. Se les realizó tomografía corneal (Orbscan) que permitió confirmar el diagnóstico de queratocono en estadios 1 y 2 (3 y 2 pacientes, respectivamente).

Siempre que la disponibilidad de los medios lo permita, es importante sistematizar la realización de la tomografía de la córnea en niños con astigmatismo corneal de reciente aparición o presunta ambliopía refractiva.⁽⁴⁷⁾

Paquimetría

Mide el espesor de la córnea y representa un índice indirecto de su biomecánica. En pacientes con queratocono puede mostrar grosor central menor de 475 μm , punto corneal 30 μm más delgado que el espesor del centro, punto más delgado a más de 0,7 mm del centro corneal (de localización inferotemporal) y diferencias de grosor corneal central de 20-25 μm entre ambos ojos.⁽³¹⁾

Con la utilización del Pentacam se notifica en niños con queratocono una paquimetría central media de $515,54 \pm 34,21 \mu\text{m}$ y de $512,05 \pm 33,85 \mu\text{m}$ en el punto más delgado.⁽²¹⁾ Resultados más alarmantes se encontraron en un estudio⁽¹³⁾ donde 54,8 % de los pacientes presentaban paquimetrías inferiores a 480 μm al diagnóstico; cifra que aumentó a 65,9 % a los 3 años de seguimiento e informó afectados con menos de 400 μm . Otra investigación⁽²²⁾ en niños con queratocono donde se utilizó la paquimetría ultrasónica notificó un predominio del rango de 501-550 μm , aunque más de 40 % de estos mostraban paquimetrías inferiores a 500 μm .

Aberrometría

Permite medir cualitativa y cuantitativamente las aberraciones ópticas monocromáticas. El coma, el trébol y la esférica son las de alto orden más conocidas y representan un porcentaje de las aberraciones totales, aunque en ojos con queratocono alcanzan alrededor de 16 %.⁽³¹⁾



La progresión del cono genera descentramiento, encorvamiento y adelgazamiento del ápex, lo cual ocasiona astigmatismo irregular y aberraciones de alto orden que limitan la calidad visual.⁽⁴³⁾ En el Instituto Cubano de Oftalmología, una investigación de niños con queratocono informó que el coma vertical primario y secundario fueron las aberraciones más frecuentes.⁽³⁷⁾ De igual manera, Nagib⁽²⁴⁾ indicó un predominio del coma vertical, además de la aberración esférica en otra serie de niños.

Microscopia confocal

Es un examen no invasivo que visualiza *in vivo* las características histológicas de la córnea. En el queratocono muestra una disminución del grosor corneal y de la población celular epitelial en la lámina basal y estromal; revela alteraciones del plexo nervioso subbasal con disminución de su densidad y pérdida del patrón radiado y espiral central. El ápex demuestra la formación de una red tortuosa y la base de una distribución concéntrica de los nervios alrededor de ella. Además, hay reducción de la densidad queratocítica atribuida a su apoptosis.⁽⁴⁴⁾

Cabe destacar que en los niños este examen resulta difícil por la poca cooperación; no obstante, se debe intentar su realización, pues aportaría datos de cambios histopatológicos precoces y su evolución, teniendo en cuenta la rápida progresión del queratocono en los infantes.

Tomografía de coherencia óptica del segmento anterior (AS-OCT)

Existen diferentes tipos de AS-OCT, modelos de ultra-alta resolución como el *Bioptigen Envisu*, que detalla estructuras, tales como los nervios corneales y la capa endotelial; el MS39, que notifica el índice de ectasia del epitelio (muy sensible en el queratocono preclínico), el índice de ectasia de la capa de Bowman y el índice de ectasia del estroma.⁽⁴⁵⁾

En el queratocono, demuestra un adelgazamiento epitelial significativo en el ápex y engrosamiento anular a su alrededor, debido a que el epitelio enmascara zonas localizadas de elevación y depresión para conservar una superficie ópticamente homogénea.⁽⁴⁴⁾ Analiza parámetros que revelan asimetría (importante para



diagnosticar etapas subclínicas) y muestra mayor exactitud que los sistemas de elevación en presencia de cicatriz y opacidad corneal.⁽⁴⁵⁾

Detecta factores de riesgo para presentar hidrops agudo, como el incremento del grosor epitelial con adelgazamiento estromal en el ápex e hiperreflectividad en la membrana de Bowman. Además, permite la evaluación de la severidad y extensión del desprendimiento de la membrana de Descemet durante el hidrops y predecir el tiempo de resolución del edema corneal.⁽⁴⁴⁾

De Oliveira *et al*⁽⁴⁸⁾ evaluaron el grosor de la córnea el epitelio en niños sanos para establecer valores normales y contribuir al diagnóstico del queratocono infantil. Informaron que el espesor epitelial se adelgaza en la periferia y en los cuadrantes superiores, con mayor engrosamiento en pacientes masculinos.

Las modificaciones del mapa epitelial en el queratocono infantil constituyen un tema pendiente. Se debe aumentar el empleo del AS-OCT en la detección de la enfermedad en niños, por la aparición precoz de los cambios epiteliales.⁽⁴⁸⁾

Progresión y gravedad del queratocono infantil

La clasificación más utilizada en investigaciones de niños es la de Amsler-Krumeich, que combina elementos refractivos, queratométricos, paquimétricos y clínicos:⁽³¹⁾

- Grado I: Abombamiento excéntrico corneal, miopía o astigmatismo inducido menor de 5 D y queratometría media central 48 D o menos.
- Grado II: Miopía y/o astigmatismo inducido entre 5 D - 8 D, sin cicatrices corneales, paquimetría en el punto más fino mayor de 400 μm y queratometría media central 53 D o menos.
- Grado III: Miopía y/o astigmatismo inducido entre 8 D - 10 D, sin cicatrices centrales, paquimetría en el punto más fino entre 300 μm - 400 μm y queratometría media central mayor de 53 D.
- Grado IV: Valoración refractiva imposible o inviable, cicatrices centrales, paquimetría en el punto más fino de 200 - 300 μm y queratometría media central mayor de 55 D.



Las investigaciones en niños muestran un predominio del queratocono de grados I y II al diagnóstico.^(22,29) Por lo general, estos pacientes presentan un estadio subclínico, pero un comienzo temprano y la asociación a alergia y frotamiento ocular son factores de riesgo para una rápida progresión, definida como el incremento de una dioptría o más anual, de la queratometría máxima a 3 mm del ápex.⁽¹²⁾ Gupta *et al*,⁽³³⁾ en un centro terciario de la India, obtuvieron resultados diferentes, al notificar 50 % de su serie con estadios III y IV.

Se considera ampliamente aceptado que la progresión queratocónica en niños es más severa. Asimismo, la lamela ectásica débil excede la capacidad del enlace cruzado natural en los infantes y produce una evolución más rápida del queratocono.⁽¹⁵⁾

Diagnóstico de queratocono infantil

La pesquisa en pacientes de riesgo posibilita el diagnóstico de casos subclínicos. Sidky *et al*,⁽⁴⁹⁾ en 547 niños con cilindros 2 D o más, quienes acudieron a control rutinario, obtuvieron una prevalencia de queratocono subclínico de 4,8 % y sospecha de queratocono en 4,4 %.

Con la utilización de los medios de diagnóstico disponibles en los centros oftalmológicos, fundamentalmente el examen refractivo, queratométrico y topográfico, se recomienda la pesquisa de los niños con factores de riesgo de queratocono como los siguientes:^(12,29,50)

- Zonas geográficas con gran incidencia de la enfermedad o alta exposición a radiación ultravioleta (áreas cálidas o de gran altitud).
- Familiares árabes, asiáticos o con antecedentes de queratocono.
- Enfermedades asociadas al queratocono (cuadro 1).
- Escolares con miopía o astigmatismo miópico, en especial con inestabilidad refractiva.
- Incremento anual superior a 1 D en la esfera y 0,50 D en el cilindro.



Los exámenes de diagnóstico en los pacientes de riesgo pueden detectar hallazgos frecuentes en el queratocono infantil acorde con lo referenciado en el estudio, a saber:

- Ametropías con predominio de astigmatismo miópico regular que progresa a la irregularidad con ambliopía o sin ella.
- Queratometría de 45 D o más.
- Patrones topográficos asimétricos y afectación de índices, como SimK, KCI, KSI, DSI, I-S, IAI.
- Tomografía corneal con aumento queratométrico del ápex y de la elevación posterior y disminución de la paquimetría del punto más delgado y del volumen corneal.
- Adelgazamiento corneal.
- Aberraciones de alto orden, fundamentalmente el coma.
- Microscopia confocal con disminución celular en la lámina basal y el estroma, modificaciones del plexo nervioso subbasal y el colágeno estromal, además de reducción de la densidad queratocítica.
- Adelgazamiento epitelial en el ápex y engrosamiento anular alrededor

Consideraciones finales

Al evaluar los niños amétropes, es importante identificar los factores que alertan la presencia del queratocono. Los resultados de los exámenes empleados muestran los hallazgos característicos de esta enfermedad en la población infantil, según el grado de progresión de la ectasia.

Esta revisión agrupa varios estudios nacionales e internacionales que permiten actualizar y compendiar los criterios de especialistas respecto al tema. Estos elementos pueden ser utilizados en los centros de atención oftalmológica de Cuba y el mundo, según la disponibilidad de los medios diagnósticos en ellos. Entre sus limitaciones se encuentran: variabilidad de estudios incluidos con poblaciones



diferentes y diversidad de criterios diagnósticos, los cuales fueron expresados en cada acápite.

Referencias bibliográficas

1. Omer K. Epidemiology of keratoconus worldwide. Open Ophthalmol J. 2018 [citado 01/12/2021];12:289-99. Disponible en: <https://openophthalmologyjournal.com/VOLUME/12/PAGE/289/FULLTEXT/>
2. Gomes JAP, Rodrigues PF, Lamazales LL. Keratoconus epidemiology: A review. Saudi J Ophthalmol. 2022 [citado 04/03/2023];36(1):3-6. Disponible en: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9375461/pdf/SJO-36-3.pdf>
3. Bak Nielsen S, Ramlau Hansen CH, Ivarsen A, Plana Ripoll O, Hjortdal J. Incidence and prevalence of keratoconus in Denmark-an update. Acta Ophthalmol. 2019 [citado 26/02/2023];97:752-5. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/aos.14082>
4. Kristianslund O, Hagem AM, Thorsrud A, Drolsum L. Prevalence and incidence of keratoconus in Norway: a nationwide register study. Acta Ophthalmol. 2021 [citado 04/03/2023];99:e694-e9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/aos.14668>
5. Alzahrani K, Al-Rashah A, Al-Salem S, Al-Murdif Y, Al-Rashah A, Alrashah A, et al. Keratoconus Epidemiology Presentations at Najran Province, Saudi Arabia. Clinical Optometry. 2021 [citado 25/02/2023];13:175-9. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.2147/OPTO.S309651?needAccess=true&role=button>
6. Torres Netto EA, Al-Otaibi WM, Hafezi NL, Kling S, Al-Farhan HM, Randleman JB, et al. Prevalence of keratoconus in paediatric patients in Riyadh, Saudi Arabia. Br J Ophthalmol. 2018 [citado 11/03/2023];102(10):1436-41. Disponible en: https://web.archive.org/web/20200710090256id_/https://bjo.bmj.com/content/bjoophthalmol/102/10/1436.full.pdf



7. Althomali TA, Al-Qurashi IM, Al-Thagafi SM, Mohammed A, Almalki M. Prevalence of keratoconus among patients seeking laser vision correction in Taif area of Saudi Arabia. *Saudi J Ophthalmol.* 2018 [citado 09/11/2021];32(2):114-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131945341730142X>
8. Barraquer Coll C, Barrera Rodríguez R, Molano González N. Prevalencia de pacientes con queratocono en la Clínica Barraquer en Bogotá, Colombia. *Rev. Soc. Colomb. Oftalmol.* 2020 [citado 10/03/2023];53(1):17-23. Disponible en: https://www.revistasco.com/previos/RSCO%20%20Volumen%2053%20-%20A%C3%B1o%202020/N%C3%BAmero%201%20%20Enero%20-%20Junio/rsco_20_53_1_017-023.pdf
9. Bauza Fortunato Y, Veitía Rovirosa ZA, Pérez Candelaria EC, Montero Díaz E, Cuan Aguilar Y, Góngora Torres C. Catarata y queratocono: una sorpresa refractiva. *Rev. cuba. oftalmol.* 2019 [citado 05/03/2023];32(1):e684. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco-2019/rco191p.pdf>
10. Youn Moon J, Lee J, Hyung Park Y, Park EC, Hyung Lee S. Incidence of keratoconus and its association with systemic comorbid conditions: a nationwide cohort study from South Korea. *J Ophthalmol.* 2020 [citado 23/12/2021]. Disponible en: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC7152955&blobtype=pdf>
11. Pérez Vázquez N, González Pérez NA, Castillo Bermúdez G, Lima León CE, Del Sol Fabregat LA. Pacientes con queratocono atendidos en la Consulta de Cirugía refractiva. *Acta médica del centro.* 2020 [citado 25/02/2023];14(4):423-31. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/amdc/v14n4/2709-7927-amdc-14-04-423.pdf>
12. Anitha V, Vanathi M, Raghavan A, Rajaraman R, Ravindran M, Tandon R. Pediatric keratoconus. Current perspectives and clinical challenges. *Indian J Ophthalmol.* 2021 [citado 01/12/2021];69(2):214-25. Disponible en: https://researchgate.net/profile/Murugesan-Vanathi/publication/348596211_Pediatric_keratoconus_-_Current_perspectives_and_clinical_challenges/links/609b6384299bf1ad8d954de7/Pediatric-keratoconus-Current-perspectives-and-clinical-challenges.pdf



13. Rojas Álvarez E. Queratocono en edad pediátrica: características clínico-refractivas y evolución. Centro de Especialidades Médicas Fundación Donum, Cuenca, Ecuador, 2015-2018. Rev Mex Oftalmol. 2019 [citado 16/11/2021];93(5):221-32. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2019/rmo195a.pdf>
14. Pacheco Faican A, Cervantes Anaya L, Iñiguez E. Actualización de las conductas a seguir en el tratamiento del queratocono. Salud Cienc Tecnol. 2022 [citado 10/03/2023];2(S1):216. Disponible en: <https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/216/388>
15. Mukhtar S, Ambati BK. Pediatric keratoconus: a review of the literature. Int Ophthalmol. 2018 [citado 14/10/2021];38(5):2257-66. Disponible en: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5856649/pdf/nihms949610.pdf>
16. Cung LX, Nga DM, Ngan ND, Hiep NX, Thai TV, Nga VT, et al. Penetrating keratoplasty for keratoconus in Vietnamese patients. Maced J Med Sci. 2019 [citado 24/02/2023];7(24):4287-91. Disponible en: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7084045/pdf/OAMJMS-7-4287.pdf>
17. Crawford AZ, Zhang J, Gokul B, Optom A, McGhee ChNJ, Ormonde SE. The Enigma of Environmental Factors in Keratoconus. Asia Pac J Ophthalmol. 2020 [citado 09/03/2023];9(6):549-56. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2162098923001627>
18. El-Massry A, Doheim MF, Iqbal M, Fawzy O, Said OM, Yousif MO, et al. Association between keratoconus and thyroid gland dysfunction: a cross-sectional case-control study. J Refract Surg. 2020 [citado 02/03/2023];36(4):253-7. Disponible en: <https://journals.healio.com/doi/pdf/10.3928/1081597X-20200226-03>
19. Bernal Reyes N, Arias Díaz A, Ortega Díaz L, Cuevas Ruiz J. Topografía corneal mediante discos de Plácido en la detección del queratocono en edades pediátricas. Rev Mex Oftalmol. 2012 [citado 22/10/2021];86(4):204-12. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-oftalmologia-321-articulo-topografia-corneal-mediante-discos-placido-X0187451912841854>
20. Tharini B, Sahebjada S, Borrone MA, Vaddavalli P, Ali H, Reddy JC. Keratoconus in pre-teen children: Demographics and clinical profile. Indian J Ophthalmol. 2022 [citado 25/02/2023];70:3508-13. Disponible en:



https://www.researchgate.net/profile/Maria-Borrone/publication/364153638_Keratoconus_in_pre-teen_children_Demographics_and_clinical_profile/links/6341f4169cb4fe44f311b52d/Keratoconus-in-pre-teen-children-Demographics-and-clinical-profile.pdf

21. Bernal Reyes N, Arias Díaz A, Ortega Díaz A, Cuevas Ruiz J. Utilidad de la tomografía corneal Pentacam en el queratocono en niños. OCE. 2011 [citado 03/11/2021];5(1):18-27. Disponible en:

<https://oftalmologos.org.ar/oceanteriores/items/show/128>

22. Castro Cárdenas K, Puentes Expósito R, Zayas Ribalta Y, Díaz Díaz Y, Pita Alemán N, Vega Cáceres K. Características clínico-epidemiológicas del queratocono en la edad pediátrica. Mediciego. 2018 [citado 23/12/2021];24(2):14-23. Disponible en:

<https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/917/1258>

23. Moran S, Gomez L, Zuber K, Gatinel D. A Case-Control Study of Keratoconus Risk Factors. Cornea. 2020 [citado 09/03/2023];00(00):697-701. Disponible en:

<https://gatinel.com/wp-content/uploads/2020/04/Keratoconus-risks-factors-Dr-Moran.pdf>

24. Nagib Omar IA. Keratoconus screening among myopic children. Clin Ophthalmol. 2019 [citado 22/12/2021];13:1909-12. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6767970/pdf/ophth-13-1909.pdf>

25. Schmitz Vieira MI, Adad Jammal A, Leite Arieta CE, Alves M, Cabral de Vasconcellos JP. Corneal Scheimpflug topography values to distinguish between normal eyes, ocular allergy, and keratoconus in children. Sci Rep. 2021 [citado 28/02/2023];11(1):24275. Disponible en:

<https://www.nature.com/articles/s41598-021-03818-3>

26. Afzal S, Khan MA, Bhatti SA, Ali MI, Khan AA, Ashraf MA. Evaluating the Association of Keratocunus with Consanguinity. PJMHS. 2023 [citado 02/03/2023];17(01):375-7. Disponible en:

<https://pjmhsonline.com/index.php/pjmhs/article/view/3976/3930>

27. Almusawi LA, Hamied FM. Risk Factors for Development of Keratoconus: A Matched Pair Case-Control Study. Clin Ophthalmol. 2021 [citado 12/03/2023];15:3473-9. Disponible en:

<https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC8378899&blobtype=pdf>



28. Alqudah N, Jammal H, Khader Y, Al-dolat W, Alshamarti S, Shannak Z. Characteristics of keratoconus patients in Jordan: hospital-based population. *Clin Ophthalmol J*. 2021 [citado 26/12/2021];15:881-7. Disponible en: <https://ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7935342/pdf/oph-15-881.pdf>
29. Mahmoud S, El-Massry A, Bahgat Goweida M, Ahmed I. Pediatric keratoconus in a tertiary eye center in Alexandria: a cross-sectional study. *Ophthalmic Epidemiol*. 2021 [citado 18/12/2021];29(1):49-56. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ahmed-El-Massry/publication/350316025_Pediatric_Keratoconus_in_A_Tertiary_Eye_Center_in_Alexandria_A_Cross-sectional_Study/links/60a26d5e299bf15ca3995289/Pediatric-Keratoconus-in-A-Tertiary-Eye-Center-in-Alexandria-A-Cross-sectional-Study.pdf
30. Wang Y, Xu L, Wang S, Yang K, Gu Y, Fan Q, et al. A Hospital-Based Study on the Prevalence of Keratoconus in First-Degree Relatives of Patients with Keratoconus in Central China. *J Ophthalmol*. 2022 [citado 22/02/2023]:5. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/joph/2022/6609531.pdf>
31. Fernández Vega L. Clasificación del queratocono para su corrección quirúrgica con segmentos de anillo intracorneales tipo Ferrara [tesis]. España: Universidad de Oviedo; 2016 [citado 22/12/2021]. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/37783>
32. Alfonso JF, Fernández Vega Cueto L, Lisa C, Monteiro T, Madrid Costa D. Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segment implantation in pediatric keratoconus. *Cornea*. 2019 [citado 21/11/2021];38(7):840-6. Disponible en: <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/143670bf-01ff-4276-9b29-6b17519e1c0c/content>
33. Gupta Y, Saxena R, Jhanji V, Maharana PK, Sinha R, Agarwal T, et al. Management Outcomes in Pediatric Keratoconus: Childhood Keratoconus Study. *J Ophthalmol*. 2022 [citado 21/11/2021]:8. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/joph/2022/4021288.pdf>
34. Pons L, Pérez Suárez RG, Cárdenas T, Méndez Sánchez TJ, Naranjo RM. Características del astigmatismo en niños. *Rev. cuba. oftalmol*. 2019 [citado



14/12/2021];32(2):1-16. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v32n2/1561-3070-oft-32-02-e723.pdf>

35. Rey Rodríguez DV, Castro Piña S, Álvarez Peregrina C, Moreno Montoya J. Proceso de emetropización y desarrollo de miopía en escolares. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2018 [citado 16/12/2021];16(1):87-93. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1348&context=svo>

36. Bastías GM, Villena MR, Dunstan EJ, Zanolli SM. Miopía y Astigmatismo miópico en escolares. Andes pediater. 2021 [citado 06/03/2023];92(6):896-903. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/andesped/v92n6/2452-6053-andesped-andespediatr-v92i6-3527.pdf>

37. Bernal Reyes N, Arias Díaz A, Camacho Rangel LE. Aberraciones corneales anteriores y posteriores medidas mediante imágenes de Scheimpflug en el queratocono en niños. Rev Mex Oftalmol. 2015 [citado 22/12/2021];89(4):210-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187451915000487>

38. Iqbal M, Elmassry A, Tawfik A, Samra WA, Elgharieb M, Elzembely H, et al. Analysis of the outcomes of combined cross-linking with intracorneal ring segment implantation for the treatment of pediatric keratoconus. Curr Eye Res. 2019 [citado 12/12/2021];44(2):125-34. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/02713683.2018.1540706?needAccess=true>

39. Donovan L, Sankaridurg P, Ho A, Naduvilath T, Smith EL, Holden BA. Myopia progression rates in urban children wearing single-vision spectacles. Optom Vis Sci. 2012 [citado 16/12/2021];89(1):27-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249020/pdf/nihms328946.pdf>

40. Pärssinen O, Kauppinen M, Viljanen A. Astigmatism among myopics and its changes from childhood to adult age: a 23-year follow-up study. Acta Ophthalmol. 2015 [citado 26/02/2023];93(3):276-83. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/aos.12572>

41. Tong L, Saw SM, Lin Y, Chia KS, Koh D, Tan D. Incidence and progression of astigmatism in singaporean children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004 [citado



26/12/2021];45(11):3914-8. Disponible en:

<https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2124328>

42. Eissa SA, Eldin NB, Nossair AA, Ewais WA. Primary outcomes of accelerated epithelium-off corneal cross-linking in progressive keratoconus in children: a 1-year prospective study. J Ophthalmol. 2017 [citado 19/12/2021];9. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/joph/2017/1923161.pdf>

43. Cordón Ciordia B, Blasco Martínez A, Cameo Gracia B, Soriano Pina D, Palacio Sierra A, Gil Orna P, et al. Ectasia corneal: queratocono. Rev Elect Portales Médicos. 2020 [citado 01/03/2023];XV(20):6. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/ectasia-corneal-queratocono/>

44. Gokul A, Vellara HR, Patel DV. Advanced anterior segment imaging in keratoconus: a review. J Clin Exp Ophthalmol. 2018 [citado 05/12/2021];46:122-32. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ceo.13108>

45. Masiwa LE, Moodley V. A review of corneal imaging methods for the early diagnosis of pre-clinical keratoconus. J Optom. 2020 [citado 12/12/2021];13:269-75. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888429619301049>

46. Arora R, Lohchab M. Pediatric keratoconus misdiagnosed as meridional amblyopia. Indian J Ophthalmol. 2019 [citado 12/03/2023];67(4):551-2. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6446617/pdf/IJO-67-551.pdf>

47. Rocha de Lossada C, Prieto Godoy M, Sánchez González JM, Romano V, Borroni D, Rachwani-Anil R, et al. Tomographic and aberrometric assessment of first-time diagnosed paediatric keratoconus based on age ranges: a multicentre study. Acta Ophthalmol. 2021 [citado 14/03/2023];99(6):e929-e36. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/aos.14715>

48. De Oliveira Loureiro T, Rodrigues Barros S, Lopes D, Carreira AR, Gouveia Moraes F, Vide Escada A. Corneal epithelial thickness profile in healthy portuguese children by high-definition optical coherence tomography. Clin Ophthalmol. 2021 [citado 19/12/2021];15:735-43. Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.2147/OPHTH.S293695?needAccess=true&role=button>



49. Sidky MK, Hassanein DH, Eissa SA, Salah YM, Lotfy NM. Prevalence of subclinical keratoconus among pediatric egyptian population with astigmatism. Clin Ophthalmol J. 2020 [citado 18/12/2021];14:905-13. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/OPTH.S245492>

50. Moshirfar M, Heiland MB, Rosen DB, Ronquillo YC, Hoopes PC. Keratoconus screening in elementary school children. Ophthalmol Ther. 2019 [citado 23/12/2021];8:367-371. Disponible en: <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6692425&blobtype=pdf>

Conflicto de intereses

Todos los autores están de acuerdo con el contenido del artículo y expresan que no existe conflicto de intereses alguno.

Contribución de los autores

Karyna Castro Cárdenas: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, visualización, redacción del contenido, edición y aprobación de la versión final. Participación: 45 %.

Daniel Yulius Mayea Díaz: curación de datos, investigación, visualización y redacción del contenido y aprobación de la versión final. Participación: 25 %.

Yaney Zayas Ribalta: análisis formal, metodología y revisión crítica del artículo, aprobación de la versión final. Participación: 20 %.

Aliuska Fernández Cuevas: curación de datos, investigación y aprobación de la versión final. Participación: 10 %.

