

## **Evaluación, factores de variabilidad y aplicaciones clínicas de la densitometría corneal**

### **Evaluation, Variability Factors and Clinical Applications of Corneal Densitometry**

Luis Gonzáles Gonzáles<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0008-8564-7116>

Runnier Castillo Nuñez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0009-9804-9681>

Taimi Cárdenas Díaz<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3220-4553>

Michel Guerra Almaguer<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1542-9091>

Dunia Cruz Izquierdo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2900-6575>

<sup>1</sup>Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [gonzalezluisi618@gmail.com](mailto:gonzalezluisi618@gmail.com)

#### **RESUMEN**

La *córnea* es un tejido transparente y avascular esencial para la agudeza visual, aportando dos tercios del poder refractivo del ojo. Su transparencia depende de la integridad de sus componentes biológicos, los cuales pueden verse afectados por diversas condiciones. Tradicionalmente su evaluación se realiza mediante lámpara de hendidura, un método subjetivo. Por ello, se han desarrollado técnicas objetivas como la densitometría corneal, que mide la retrodispersión de la luz y ofrece una evaluación cuantitativa precisa mediante sistemas como el Pentacam. Este estudio revisa la literatura sobre la densitometría corneal, sus métodos de evaluación, factores que influyen en los resultados y su aplicación clínica. La densitometría es mayor en el estrato anterior de la córnea, debido a la disposición de queratocitos y fibras de colágeno. Factores como la edad, sexo, etnia, enfermedades oculares y sistémicas, diámetro corneal y la iluminación afectan los resultados. Investigaciones en distintas poblaciones han establecido valores normativos,

identificando variaciones según la región y características individuales. La densitometría se emplea para el seguimiento de enfermedades como el queratocono y la distrofia de Fuchs, además de la evaluación posquirúrgica de procedimientos refractivos fotoablativos corneales y el entrecruzamiento de colágeno, los cuales pueden alterar los valores a largo plazo. Aunque esta tecnología ha avanzado, se necesita más investigación para comprender plenamente el impacto de diversas variables en los resultados y su relación con la salud visual.

**Palabras clave:** densitometría corneal; salud corneal; Pentacam.

### ABSTRACT

The cornea is a transparent, avascular tissue essential for visual acuity, providing two-thirds of the refractive power of the eye. Its transparency depends on the integrity of its biological components, which can be affected by various conditions. Traditionally, its evaluation is performed by slit lamp, a subjective method. Therefore, objective techniques such as corneal densitometry, which measures light backscattering and provides an accurate quantitative assessment using systems such as Pentacam, have been developed. This study reviews the literature on corneal densitometry, its methods of evaluation, factors influencing the results and its clinical application. Densitometry is higher in the anterior stratum of the cornea, due to the arrangement of keratocytes and collagen fibers. Factors such as age, sex, ethnicity, ocular and systemic diseases, corneal diameter and illumination affect the results. Research in different populations has established normative values, identifying variations according to region and individual characteristics. Densitometry is used for the follow-up of diseases such as keratoconus and Fuchs' dystrophy, as well as post-surgical evaluation of corneal photoablative refractive procedures and collagen crosslinking, which can alter long-term values. Although this technology has advanced, more research is needed to fully understand the impact of various variables on outcomes and their relationship to visual health.

**Keywords:** corneal densitometry; corneal health; Pentacam.

Recibido: 10/10/2024

Aceptado: 15/10/2024

## Introducción

La *córnea* es un tejido transparente, avascular, ubicado en la porción más anterior del ojo, en condiciones normales permite el paso de los rayos de luz posibilitando un enfoque preciso sobre la retina. Su contribución significativa a la agudeza visual, junto con los demás medios refringentes del ojo, confieren a la *córnea* la responsabilidad de aproximadamente dos tercios del poder refractivo ocular.<sup>(1)</sup>

La claridad óptica de la *córnea* depende de la unidad y características de sus componentes biológicos.<sup>(2)</sup> Algunas alteraciones corneales como las distrofias, la queratitis infecciosa, el trasplante de *córnea* y el queratocono pueden afectar su transparencia al aumentar la dispersión de la luz.<sup>(1)</sup> El estudio de la transparencia corneal ha sido utilizado por múltiples investigadores para evaluar la evolución y la respuesta al tratamiento de diversas enfermedades, motivo por el cual ha sido considerado como un indicador de salud corneal.<sup>(3,4,5,6)</sup>

El método más utilizado para evaluar la transparencia corneal es el examen en lámpara de hendidura, este al realizar un análisis subjetivo, puede estar sometido a errores individuales.<sup>(1)</sup> La escala de Fantes es un método cualitativo y fácil de usar para evaluar la opacidad corneal, que depende en gran medida de la experiencia y la subjetividad del examinador. Mediante la lámpara de hendidura se clasifica de la siguiente manera: grado 0: completamente claro; grado + 0,5: trazas de neblina en iluminación oblicua; grado + 1: la opacidad se puede observar fácilmente bajo el microscopio de lámpara de hendidura pero no afecta la observación de los detalles del iris; grado + 2: la opacidad afecta levemente la observación de los detalles del iris; grado + 3: la opacidad afecta moderadamente la observación del iris y el cristalino; grado + 4: la *córnea* esta tan nublada que no permite la observación del iris.<sup>(7)</sup>

En la década de los 90, con el auge de la cirugía refractiva corneal, se observa una mayor incidencia de haze corneal. Por lo cual fue necesario desarrollar métodos objetivos y reproducibles que permitieran evaluar la transparencia corneal. La microscopía confocal,<sup>(8)</sup> la biomicroscopía ultrasónica (BMU)<sup>(2)</sup> y el analizador de

imágenes Scheimpflug (Pentacam y Galilei)<sup>(3)</sup> son los métodos más utilizados para cuantificar la opacidad corneal.

La densitometría corneal es un estudio que mide la retrodispersión de la luz a través del tejido corneal, lo que permite que sea utilizado como un indicador indirecto de su transparencia.<sup>(9)</sup> Los primeros trabajos con fotografías de Scheimpflug mostraron el potencial de esta técnica para examinar las propiedades de la dispersión de la luz no solo del cristalino, sino también de la córnea.<sup>(10)</sup>

El sistema de imágenes Pentacam utiliza una cámara Scheimpflug giratoria para generar datos cuantitativos de densitometría corneal de manera objetiva, midiendo la cantidad de luz retrodispersada de forma no invasiva y sin contacto. Los valores de densitometría corneal se expresan en unidades de grises estandarizadas (GSU), en una escala de 0 a 100, donde 0 representa la máxima transparencia y 100 la máxima opacidad. Este sistema permite cuantificar la transparencia corneal en diferentes zonas y profundidades dentro de la córnea.<sup>(11,12)</sup>

El objetivo fue revisar la literatura existente sobre la densitometría corneal, describiendo los métodos de evaluación, los factores que influyen en los resultados y su aplicación en la práctica clínica. Se busca proporcionar una guía que permita optimizar los protocolos de evaluación y mejorar la atención a pacientes con enfermedades corneales.

## Métodos

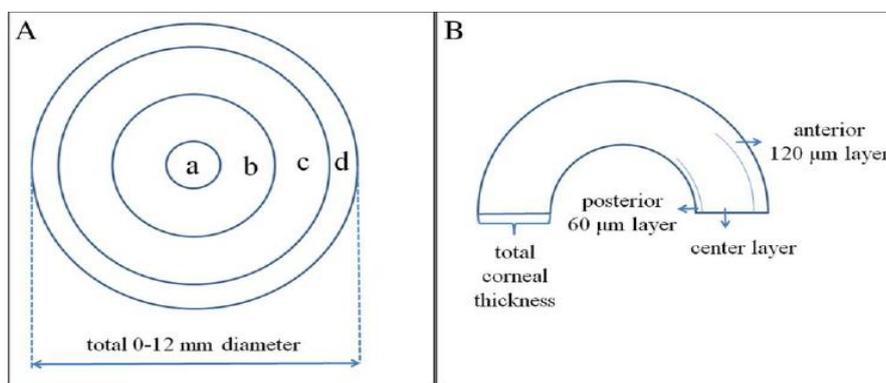
Se realizó una búsqueda y se tuvieron en cuenta los descriptores bibliográficos correspondientes a las palabras clave relacionadas con la temática a investigar: densitometría corneal; salud corneal; pentacam, en la base de datos bibliográficas disponibles en Infomed; Medline (buscador PubMed), SciELO, Ebsco, Clinical Key y Google Académico. Se revisaron 31 artículos que su contenido correspondían al tema de investigación.

## Densitometría corneal

Durante el procedimiento de la densitometría corneal (DC) se mantiene al paciente en un entorno con iluminación tenue durante un período de 5 a 10 min, asegurando

que la pupila esté en su estado natural. El paciente, posicionado con la barbilla apoyada en un soporte mandibular, debe fijar su mirada en un objetivo centralizado en la franja azul del dispositivo Pentacam, evitando parpadear y mover los ojos. El examinador elige el modo de medición (normalmente a 25 segmentos por segundo) para el escaneo automático, recopilando los datos durante un intervalo de 2 segundos. El sistema de imágenes Pentacam Scheimpflug segmenta la córnea en cuatro zonas concéntricas y tres estratos a diferentes profundidades.<sup>(2)</sup> El software localiza automáticamente el ápice corneal y realiza mediciones de densitometría en anillos concéntricos de área variable (0 a 2 mm, 2 a 6 mm, 6 a 10 mm y 10 a 12 mm) como se muestra en la figura A.

Además, estas mediciones se realizan en diferentes profundidades corneales como se ejemplifica en la figura B: anterior = 120  $\mu\text{m}$  más externas, posterior = 60  $\mu\text{m}$  finales y una capa central entre estas dos áreas.<sup>(13,14)</sup> La capa corneal central no tiene un espesor fijo pero está definido por la resta de las capas anterior y posterior del espesor total. Además, la densitometría de la capa puede calcularse para cada una de las zonas radiales concéntricas, que permite un análisis más detallado basado tanto en el área como en la profundidad.<sup>(15)</sup>



Fuente: Ilustración Dong J, Zhang Y, Zhang H, Jia Z, Zhang S, Sun B, et al. Corneal densitometry in high myopia. BMC Ophthalmol. 2018;18(1):182.

**Fig. –** A) Muestra las zonas concéntricas de la córnea (a: 0–2 mm, b: 2–6 mm, c: 6–10 mm, d: 10–12 mm), con un diámetro total de 12 mm, que son las áreas evaluadas en estudios de densitometría. B) Representa un corte transversal de la córnea, destacando tres estratos: anterior (120  $\mu\text{m}$ ), posterior (60  $\mu\text{m}$ ) y central (estrato comprendido entre el anterior y el posterior), fundamentales para analizar la distribución de la densidad óptica a diferentes profundidades.

## Valores normativos

Según algunas investigaciones los estudios de densitometría corneal han mostrado que los valores más altos y más bajos se localizan en los estratos anterior y posterior de la córnea, abarcando tanto el epitelio como el estroma anterior, los cuales son los principales responsables de la retrodispersión de luz. La abundancia de núcleos de queratocitos en el estroma anterior contribuye significativamente a una mayor densidad corneal en el estrato anterior, debido a su alta capacidad de retrodispersión. La transparencia corneal se debe en gran parte a la disposición ordenada de las fibras de colágeno en el estroma, organizadas en un lecho matricial que contiene proteoglicanos. Las laminillas de colágeno en el estroma anterior presentan una orientación en forma de resorte, mientras que las de la capa posterior tienen una orientación ortogonal, lo que podría explicar la mayor densidad en la capa anterior comparada con otras regiones.<sup>(8,13,15)</sup>

*Sorcha*<sup>(15)</sup> en el 2013 realizó un estudio con el objetivo de describir los valores normativos de densitometría corneal Scheimpflug en población belga. Fueron evaluados 794 ojos de 445 pacientes sanos. Obtuvo una densitometría corneal media en la zona de 12 mm de  $19,74 \pm 3,89$  GSU. Al analizar las zonas radiales, se encontró que la densitometría era más baja en la región central ( $16,76 \pm 1,87$  GSU) y más alta en la periferia ( $27,36 \pm 7,47$  GSU). Además, el estrato anterior mostró la lectura densitométrica más alta, con un promedio de  $25,81 \pm 5,14$  GSU, que fue significativamente superior a las lecturas de las capas centrales.

*Pakbin* y otros,<sup>(1)</sup> en el 2020, publicaron un trabajo en el cual analizaron la densitometría corneal, con el uso de una cámara Scheimplufg en 522 ojos de 261 pacientes iraníes, candidatos a queratectomía fotorrefractiva (PRK). Encontró una densitometría corneal total promedio de  $14,86 \pm 2,37$  GSU. Los valores más altos de densitometría corneal se observaron en el estrato anterior ( $30,28 \pm 7,42$  GSU) y los más bajos en el estrato posterior ( $9,86 \pm 2,08$  GSU). Mientras que al analizar las zonas se evidenció que la zona de 10-12 mm fue la que mayor valor densitométrico tuvo en comparación con las otras zonas

*Jiliang* y otros<sup>(16)</sup> en el 2024 realizaron un estudio observacional retrospectivo en el cual involucró 990 ojos de 990 individuos chinos sanos, y en el que el promedio de densitometría total fue de  $16,26 \pm 1,35$  GSU. Las densidades ópticas más altas

fueron obtenidas en el estrato anterior ( $21,41 \pm 2,16$ ) y las más bajas en el estrato posterior ( $12,00 \pm 1,01$ ). Los menores valores densitométricos al analizar las zonas fueron reportados en la zona de 2–6 mm ( $14,09 \pm 0,93$ ) y los más altos en la zona de 10–12 mm ( $25,93 \pm 4,77$  GSU).

## Factores que influyen en la variabilidad de los resultados de densitometría corneal

Aunque existe concordancia entre los reportes de los diferentes autores al establecer el estrato anterior y la zona periférica como las que ofrecen mayor retrodispersión de la luz, en el análisis de la densitometría corneal, hay múltiples factores que deben considerarse. Ya que estos pueden afectar la variabilidad de los resultados. Entre los aspectos clave a tener en cuenta se incluyen edad, sexo, origen étnico, enfermedades oculares, enfermedades sistémicas, diámetro corneal y luz ambiental.

*Edad:* Con la edad, hay un incremento en el diámetro y la reticulación de las fibrillas de colágeno en el estroma corneal, lo que a su vez eleva los niveles de retrodispersión corneal. Los cambios relacionados con la edad en el endotelio corneal podrían ser responsables del aumento en los valores de DC.<sup>(17)</sup> La aparición de degeneraciones limbares corneales asociadas con el envejecimiento, como la farinata, el arco senil o lipoide, la piel de cocodrilo, la franja limbal blanca de Vogt y los nódulos de Hassal-Henle entre otros pueden causar un aumento de la densidad corneal en las zonas más periféricas.<sup>(15,16)</sup> Además, Consejo<sup>(3)</sup> observó que la transparencia corneal disminuye con la edad cuando se realiza un análisis de la densitometría corneal total. Pero plantea que esta disminución de la transparencia corneal puede estar más relacionada con la zona analizada que con el propio efecto de la edad sobre la córnea, dado que esa disminución no es homogénea.<sup>(18)</sup>

*Células endoteliales:* Las células endoteliales juegan un papel fundamental en la preservación de la transparencia corneal. La densidad de dichas células y la hexagonalidad están fuertemente vinculadas con la densitometría corneal. Su función principal consiste en mantener el estroma en un nivel de deshidratación del 70 % de agua. La integridad anatómica y funcional de las células endoteliales puede verse comprometida por diversos factores, como traumatismos corneales,

distrofias o degeneraciones, lo que puede resultar en una pérdida de transparencia corneal. Es importante destacar que las células endoteliales corneales no tienen la capacidad de proliferar. Por lo tanto, para compensar el daño en la córnea, otras células corneales sanas migran hacia el área afectada, lo que provoca una reducción en su hexagonalidad.<sup>(16,19)</sup>

**Sexo:** No existe un consenso generalizado en cuanto al impacto del sexo en la DC.<sup>(2)</sup> Ning<sup>(16)</sup> en una investigación en población China observó que los hombres presentaban valores densitométricos mayores en la zona central, a su vez las mujeres exhibieron una DC más alta en la zona periférica. Este mismo autor utilizó una ecuación lineal generalizada que tenía en cuenta la influencia de la edad, paquimetría, curvatura corneal, diámetro corneal y longitud axial sobre la transparencia corneal evidenciando que la DC general es mayor en mujeres que en hombres.

**Diámetro corneal:** Los diferentes diámetros corneales pueden presentar variaciones en la distribución de las fibras de colágeno en el tejido estromal lo que llevaría a diferencias en las características de la retrodispersión de la luz. Es importante tener en cuenta que en corneas con diámetros menores a 12 mm es posible que se llegue a analizar una porción limbar en vez de la zona corneal periférica, lo cual justificaría en estos casos un aumento de la densitometría corneal.<sup>(1,20)</sup>

**Enfermedades sistémicas:** Alakus publicó una investigación en 2023<sup>(21)</sup> donde analizó la DC en pacientes con hiper e hipo función tiroidea, comparándolos con un grupo control. Los resultados de dicho trabajo mostraron que los pacientes hipertiroideos presentan mayor de DC general en todos los estratos corneales, en relación con los pacientes sanos e hipotiroideos.

La hiperglucemia crónica provoca alteraciones morfológicas y funcionales en la córnea, afectando principalmente su transparencia. Un estudio liderado por Ramm<sup>(22)</sup> evaluó la densitometría corneal en pacientes con diabetes *mellitus* (DM) y sujetos sanos de la misma edad mediante el Pentacam HR. En este estudio, que incluyó a 76 pacientes con DM y 65 controles sanos, observó una disminución de la DC en casi todas las estratos y zonas concéntricas de los pacientes diabéticos en comparación con los sujetos sanos. Estos cambios sugieren, podrían estar relacionados con la modificación de la distribución de proteoglicanos en la córnea,

que juegan un papel fundamental en la hidratación y en la disposición de las fibrillas de colágeno. La hiperglucemia crónica podría alterar el patrón de proteoglicanos, mejorando la hidratación uniforme de la córnea, lo que resultaría en una reducción de la DC.

## Enfermedades oculares

La DC ha sido ampliamente utilizada para evaluar la salud corneal y en el seguimiento de diversas enfermedades oculares como queratitis bacteriana, queratocono, distrofia de Fuchs, síndrome de pseudoexfoliación, alta miopía, entre otras. Los ojos con alta miopía presentan diferentes parámetros biométricos, de densidad endotelial, histéresis corneal y del factor de resistencia corneal comparados con ojos sanos. Los valores más bajos de DC encontrados en estos pacientes en comparación con pacientes normales, puede atribuirse a una alteración en la biomecánica corneal y a una menor densidad de células endoteliales.<sup>(23)</sup>

La alteración de las fibras de colágeno que ocurre en el queratocono afecta la densitometría corneal. En esta enfermedad los cambios estructurales posteriores causados por un desequilibrio intra- y extracelular pueden dar lugar al adelgazamiento y la protrusión de la córnea anterior. Además, los cambios en la regulación fibrilar, como la pérdida de paralelismo, el entrelazado y la reducción de la porción de laminillas estromales, pueden contribuir a la disminución de la transparencia corneal. En casos avanzados de ectasia corneal, el trastorno laminar puede provocar cicatrices que muestran evidentes opacidades corneales. Por tanto, la cuantificación de la densitometría puede estar relacionada con la progresión o la gravedad de la enfermedad.<sup>(14,24,25)</sup>

## Procederes quirúrgicos

La técnica quirúrgica tiene un impacto más significativo en los cambios de DC que factores como la edad o las variables biométricas.<sup>(26)</sup>

El estudio publicado por *Weien* en 2020<sup>(26)</sup> destaca que tanto SMILE como FS-LASIK provocan una disminución significativa en la DC a los cinco años posoperatorios, lo que sugiere cambios en la transparencia corneal tras estas cirugías refractivas.

Aunque ambos procedimientos muestran una reducción en DC, los cambios son menores en el grupo de SMILE a largo plazo en comparación con FS-LASIK. Se sugiere que esta disminución podría estar relacionada con la respuesta de curación corneal y la organización de los componentes del estroma, así como con diferencias en los mecanismos láser utilizados en cada técnica. A pesar de que se observó una mejora en la transparencia corneal con el tiempo, se necesitan más estudios para entender completamente los efectos a largo plazo de estas cirugías en la calidad visual y los cambios celulares y moleculares en la córnea.

Rodríguez y otros publicaron en 2021<sup>(24)</sup> un estudio en el que analizan los cambios en la DC central en pacientes con diagnóstico de queratocono a los cuales se les implantó anillo intraestromal de Ferrara. Los resultados de este trabajo arrojaron que la densitometría corneal en la capa anterior de la córnea, se reduce después de la implantación del anillo intraestromal y se correlaciona con los cambios en la queratometría corneal.

El entrecruzamiento del colágeno corneal (CXL) fue desarrollado en la Universidad Técnica de Dresde, Alemania, durante la década de 1990, como una alternativa para tratar el queratocono. Su principal objetivo es frenar la progresión de esta enfermedad y fortalecer el tejido del estroma corneal, lo que a su vez puede disminuir la necesidad de realizar una queratoplastia. Como sucede con otras intervenciones quirúrgicas, el CXL presenta algunas complicaciones tanto tempranas como tardías que es importante considerar. Según el protocolo estándar, la opacidad corneal tras el CXL es una consecuencia clínica frecuente, con una incidencia que puede alcanzar hasta el 90 %. Aunque no se comprenden completamente las causas de esta opacidad, se ha sugerido que factores como la apoptosis de los queratocitos, la migración de queratocitos activados, la remodelación de las laminillas corneales, la matriz extracelular, el edema lacunar en panal asociado, la formación de nuevos enlaces CXL y el desbridamiento epitelial pueden influir significativamente en la turbidez que se presenta después del procedimiento. Además, la duración total del procedimiento puede ayudar a reducir las complicaciones asociadas.<sup>(27)</sup>

En el caso de la PRK, se realiza una ablación de la córnea, lo que puede llevar a una regeneración imperfecta de la membrana basal. Esto, a su vez, puede resultar en un

aumento de miofibroblastos en la zona tratada, lo que podría causar una mayor opacidad y que esta condición persista a lo largo del tiempo.<sup>(28)</sup>

### **Origen étnico**

Los valores promedio de densitometría corneal en pacientes sanos varían notablemente entre las diferentes publicaciones de diversas regiones.<sup>(8,15,16)</sup> Esta variabilidad se ve acentuada por la mezcla de poblaciones estudiadas que incluyen etnias de orígenes distintos, lo que complica el análisis de esta variable en particular. Como resultado, alcanzar un consenso generalizado se torna un desafío. Entre los factores que podrían influir en estas diferencias se encuentran las características específicas de las muestras analizadas. Además, algunas investigaciones sugieren que la anatomía facial también podría tener un impacto en las lecturas de la densitometría corneal.<sup>(29)</sup>

### **Luz ambiental**

Los altos niveles de iluminación ambiental en la sala de examen pueden influir en los resultados de la densitometría corneal, llevando a la obtención de valores más elevados. Sin embargo, es importante destacar que estos resultados no parecen estar relacionados con el diámetro pupilar.<sup>(30)</sup>

Según un estudio revisado, aunque los valores de densitometría del cristalino aumentaron con el incremento del diámetro pupilar, las mediciones de densidad corneal mostraron un aumento mínimo que no alcanzó significancia estadística.<sup>(31)</sup>

### **Consideraciones finales**

La densitometría corneal se ha convertido en una herramienta esencial para evaluar la transparencia corneal de manera objetiva y reproducible. Factores como la edad, enfermedades oculares y sistémicas, sexo y tipo de cirugía pueden influir en los resultados de densitometría, lo que resalta la necesidad de personalizar las evaluaciones en cada paciente. Además, los estudios revisados han mostrado que las zonas y estratos de la córnea varían en su capacidad de retrodispersar la luz, siendo el estrato anterior el de mayor densitometría.

El avance en los métodos de evaluación permite no solo diagnosticar con mayor precisión las enfermedades corneales, sino también monitorizar la evolución de las mismas y el impacto de tratamientos quirúrgicos. Esto contribuye significativamente a la mejora en la atención oftalmológica y la optimización de los resultados visuales en los pacientes.

## Referencias bibliográficas

1. Pakbin M, Khabazkhoob M, Pakravan M, Fotouhi A, Jafarzadehpur E, Aghamirsalim M, *et al.* Corneal Scheimpflug Densitometry in Photorefractive Keratectomy Candidates. *Cornea.* 2020;39(11):1381. DOI: [10.1097/ICO.0000000000002468](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002468)
2. He Y, Ma BS, Zeng JH, Ma DJ. Corneal optical density: Structural basis, measurements, influencing factors, and roles in refractive surgery. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023; 11. DOI: [10.3389/fbioe.2023.1144455](https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1144455)
3. Consejo A, Basabilbaso S, Remon L. Corneal Densitometry with Galilei Dual Scheimpflug Analyzer. *Photonics.* 2023;10(4):467. DOI: [10.3390/photonics10040467](https://doi.org/10.3390/photonics10040467)
4. Simsek M, Cakar Ozdal P, Cankurtaran M, Ozdemir HB, Elgin U. Analysis of Corneal Densitometry and Endothelial Cell Function in Fuchs Uveitis Syndrome. *Eye Contact Lens.* 2021;47(4):196-202. DOI: [10.1097/ICL.0000000000000717](https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000717)
5. Biswas S, Alzahrani K, Radhakrishnan H. Corneal Densitometry to Assess the Corneal Cystine Deposits in Patients With Cystinosis. *Cornea.* 2023;42(3):313-9. DOI: [10.1097/ICO.0000000000003161](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000003161)
6. Yang Q, Ju G, He Y. Corneal densitometry: A new evaluation indicator for corneal diseases. *Surv Ophthalmol.* 2024. DOI: [10.1016/j.survophthal.2024.09.007](https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2024.09.007)
7. Adel A, Fekry Y, Sharawy M, Fayek H. Evaluation of Single-Step Trans-Epithelial Photorefractive Keratectomy Postoperative Corneal Haze with Oculus Corneal Densitometry. *Benha Med J.* diciembre 2020;37(special issue (Surgery)):55-65. DOI: [10.21608/bmfj.2020.127173](https://doi.org/10.21608/bmfj.2020.127173)
8. Pakbin M, Khabazkhoob M, Pakravan M, Fotouhi A, Jafarzadehpur E, Aghamirsalim M, *et al.* Repeatability of Corneal Densitometry Measurements using

- a Scheimpflug Camera in Healthy Normal Corneas. *J Curr Ophthalmol.* 2022;34(1):50. DOI: [10.4103/joco.joco\\_173\\_21](https://doi.org/10.4103/joco.joco_173_21)
9. Consejo A, Jiménez-García M, Rozema JJ, Abass A. Influence of eye tilt on corneal densitometry. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022;42(5):1032-7. DOI: [10.1111/opo.13020](https://doi.org/10.1111/opo.13020)
10. Miazdzyk, Maria M, Consejo A, Iskander DR. Assessing and compensating for the confounding factors in Scheimpflug-based corneal densitometry. *Biomed Opt Express.* 2022;13(12):6258-72. DOI: [10.1364/BOE.473534](https://doi.org/10.1364/BOE.473534)
11. Coskun C, Çelik G, Zeki Fikret C, Çomçalı S, Evren Kemer Ö. Evaluation of corneal densitometry values with Pentacam in cases of ocular hypertension and pseudoexfoliative glaucoma. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* abril 2024;46:103988. DOI: [10.1016/j.pdpdt.2024.103988](https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2024.103988)
12. Hashemi A, Nabovati P, Hashemi H, Mortazavi AG, Khabazkhoob M. Corneal densitometry and associated factors in an elderly population. *Clin Exp Optom.* 2024;107(5):522-9. DOI: [10.1080/08164622.2023.2242864](https://doi.org/10.1080/08164622.2023.2242864)
13. Balparda K, Mesa-Mesa S, Maya-Naranjo MI, Mora-Sánchez C, Escobar-Giraldo M. Determination of the repeatability of corneal densitometry as measured with a Scheimpflug camera device in refractive surgery candidates. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(1):63-8. DOI: [10.4103/ijo.IJO\\_1121\\_22](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1121_22)
14. Mounir A, Awny I, Yousef HS, Mostafa EM. Distribution of corneal densitometry in different grades of keratoconus. *Indian J Ophthalmol.* 2023;71(3):830-6. DOI: [10.4103/ijo.IJO\\_1792\\_22](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1792_22)
15. Ní Dhubhghaill S, Rozema JJ, Jongenelen S, Ruiz Hidalgo I, Zakaria N, Tassignon MJ. Normative Values for Corneal Densitometry Analysis by Scheimpflug Optical Assessment. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* enero 2014;55(1):162-8. DOI: [10.1097/ICO.0000000000002458](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002458)
16. Ning J, Sun S, Zhang Q, Jin L, Liu X, Xu J, *et al.* Corneal densitometry in Chinese adults with healthy corneas: associations with sex, age, ocular metrics, and optical characteristics. *BMC Ophthalmol.* 2024;24(1):230. DOI: [10.1186/s12886-024-03500-y](https://doi.org/10.1186/s12886-024-03500-y)
17. Karmiris E, Soulantzou K, Machairoudia G, Ntravalias T, Tsiogka A, Chalkiadaki E. Corneal Densitometry Assessed With Scheimpflug Camera in Healthy Corneas

- and Correlation With Specular Microscopy Values and Age. *Cornea*. 2022;41(1):60. DOI: [10.1097/ICO.0000000000002722](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002722)
18. Garzón N, Poyales F, Illarramendi I, Mendicute J, Jáñez Ó, Caro P, *et al*. Corneal densitometry and its correlation with age, pachymetry, corneal curvature, and refraction. *Int Ophthalmol*. diciembre 2017;37(6):1263-8. DOI: [10.1007/s10792-016-0397-y](https://doi.org/10.1007/s10792-016-0397-y)
19. Tekin K, Sekeroglu MA, Kiziltoprak H, Yilmazbas P. Corneal Densitometry in Healthy Corneas and Its Correlation With Endothelial Morphometry. *Cornea*. 2017;36(11). DOI: [10.1097/ICO.0000000000001363](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001363)
20. Cankaya AB, Tekin K, Kiziltoprak H, Karahan S, Yilmazbas P. Assessment of corneal backward light scattering in the healthy cornea and factors affecting corneal transparency. *Jpn J Ophthalmol*. 2018;62(3):335-41. DOI: [10.1007/s10384-018-0584-7](https://doi.org/10.1007/s10384-018-0584-7)
21. Fuat M, Kozan D, Savar M, Hasan J. The Effect of Thyroid Hormone Level on Topographic, Densitometric and Aberrometric Values of the Cornea. 2023. DOI: [10.21203/rs.3.rs-3702240/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3702240/v1)
22. Ramm L, Spoerl E, Pillunat LE, Terai N. Corneal Densitometry in Diabetes Mellitus. *Cornea*. agosto 2020;39(8):968-74. DOI: [10.1097/ICO.0000000000002310](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002310)
23. Dong J, Zhang Y, Zhang H, Jia Z, Zhang S, Sun B, *et al*. Corneal densitometry in high myopia. *BMC Ophthalmol*. 2018;18(1):182. DOI: [10.1186/s12886-018-0851-x](https://doi.org/10.1186/s12886-018-0851-x)
24. Rodrigues PF, Moscovici BK, Ferrara G, Lamazales L, Freitas MMS, Torquetti L, *et al*. Corneal densitometry in patients with keratoconus undergoing intrastromal Ferrara ring implantation. *Eur J Ophthalmol*. 2021;31(6):3505-10. DOI: [10.1177/11206721211020631](https://doi.org/10.1177/11206721211020631)
25. Dengtan L, Ochoa MJ, Rodríguez BR, Meihe L. Densitometría corneal en el queratocono. *Rev Cuba Oftalmol*. 2023 [acceso 10/10/2024];36(2). Disponible en: <https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1762>
26. Wei R, Li M, Yang W, Shen Y, Zhao Y, Fu D, *et al*. Corneal Densitometry After Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) and Femtosecond Laser-Assisted LASIK (FS-LASIK): 5-Year Prospective Comparative Study. *Front Med*. 2020;7:521078. DOI: [10.3389/fmed.2020.521078](https://doi.org/10.3389/fmed.2020.521078)

27. Badawi AE. Corneal Haze and Densitometry in Keratoconus after Collagen Cross-Linking by Three Different Protocols. *J Curr Ophthalmol.* 2022;33(4):422-30. DOI: [10.4103/joco.joco\\_145\\_21](https://doi.org/10.4103/joco.joco_145_21)
28. Barata IR. Corneal haze after accelerated crosslinking and crosslinking with excimer laser - a Scheimpflug densitometry analysis [trabalho Final do Mestrado Integrado em Medicina apresentado à Faculdade de Medicina]. [Coimbra]: Universidade de Coimbra; 2022 [acceso 22/09/2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10316/102404>
29. Alanazi R, Esporcatte LPG, White L, Salomão MQ, Lopes BT, Ambrósio Jr. R, et al. Investigation of How Corneal Densitometry Artefacts Affect the Imaging of Normal and Keratoconic Corneas. *Bioengineering.* 2024;11(2):148. DOI: [10.3390/bioengineering11020148](https://doi.org/10.3390/bioengineering11020148)
30. Bahar A, Pekel G. How Does Light Intensity of the Recording Room Affect the Evaluation of Lens and Corneal Clarity by Scheimpflug Tomography? *Cornea.* 2020;39(2). DOI: [10.1097/ICO.0000000000002212](https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002212)
31. Bahar A, Kaya H. How Does Pupil Size Affect Lens and Corneal Densitometry Measured by Scheimpflug Tomography? *Turk J Ophthalmol.* agosto de 2023;53(4):222-5. DOI: [10.4274/tjo.galenos.2022.42724](https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2022.42724)

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.