

PASCAL Y CORVIS ST PARA MEDIR LA PRESIÓN INTRAOCULAR, SU UTILIDAD EN EL GLAUCOMA Y EL PAPEL DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA EN SUS MEDICIONES

Pascal and Corvis ST for measuring intraocular pressure, its utility in glaucoma, and the role of atmospheric pressure in its measurements

Oscar Albis-Donado 

MD Práctica privada, Visual Sense, Ciudad de México y Apan, Hidalgo

Autor de Correspondencia: Oscar Albis-Donado ; oalbis@msn.com

Recibido: 24/06/25
Aceptado: 17/07/25

Este artículo está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0
Internacional (<https://creativecommons.org/>)



RESUMEN

La presión intraocular (PIO) es el factor de riesgo principal en el glaucoma, pero su medición mediante la tonometría de Goldmann (GAT) presenta limitaciones por variables biomecánicas de la córnea y factores ambientales. Este artículo compara la eficacia de la tonometría de contorno dinámico (Pascal) y el Corvis ST frente al estándar clínico de oro. El tonómetro de Pascal destaca por su alta correlación con la manometría y su capacidad de autocalibración ante variaciones en la presión atmosférica. Por su parte, el Corvis ST permite evaluar la PIO corregida biomecánicamente (bIOP) y proporciona parámetros de rigidez corneal esenciales para predecir la progresión en glaucomas de ángulo abierto y de tensión normal. Se concluye que, mientras Pascal ofrece la medición de PIO más fidedigna, el Corvis ST aporta información diagnóstica crucial sobre la susceptibilidad estructural del ojo al daño glaucomatoso.

Palabras clave: Glaucoma, presión intraocular, tonometría, biomecánica corneal, presión atmosférica

ABSTRACT

Intraocular pressure (IOP) is the most critical risk factor for glaucoma development; however, Goldmann applanation tonometry (GAT) is limited by corneal biomechanical properties and environmental factors. This article compares the clinical utility of Dynamic Contour Tonometry (Pascal) and Corvis ST against the current clinical gold standard. Pascal tonometry is noted for its high correlation with manometry and its ability to self-calibrate for atmospheric pressure changes. Meanwhile, Corvis ST provides biomechanically corrected IOP (bIOP) and key parameters of corneal stiffness, which are essential for predicting progression in open-angle and normal-tension glaucoma. The study concludes that while Pascal offers the most reliable IOP measurement, Corvis ST provides vital diagnostic data regarding the eye's structural susceptibility to glaucomatous damage.

Keywords: Glaucoma, intraocular pressure, tonometry, corneal biomechanics, atmospheric pressure

INTRODUCCIÓN

La presión intraocular (PIO) es el factor de riesgo más determinante en el desarrollo y la progresión del glaucoma. Sin embargo, los dispositivos empleados para su medición presentan errores intrínsecos que afectan la confiabilidad del valor obtenido. Además, la PIO sigue un ritmo circadiano, por lo que una única medición diaria no refleja con precisión sus variaciones a lo largo de las 24 horas.

La presión intraocular real solo puede ser medida con manometría. Un manómetro es un dispositivo que sirve para medir la presión real o absoluta, en comparación con la presión atmosférica. El más utilizado en investigación oftalmológica consiste en una cánula o aguja insertada en el ojo y conectada a una columna de agua, que se mide en cm, o de mercurio, que se mide en mm.

Estas limitaciones pueden llevar a una sobreestimación de la verdadera prevalencia del glaucoma de tensión normal y a retrasos en la optimización del tratamiento. Como consecuencia, algunos pacientes con una PIO aparentemente controlada podrían no recibir ajustes terapéuticos oportunos, lo que retrasaría la escalada a tratamientos con láser o cirugía, cuando estos son necesarios. Además, parece haber una nueva variable oculta en las mediciones de presión, la presión atmosférica (menor a mayores alturas), que podría tener implicaciones clínicas que aún no han sido totalmente exploradas.

Tonometría Goldmann y sus limitaciones:

La tonometría de Goldmann (GAT) sigue siendo considerada el estándar de oro para medir la presión intraocular, a pesar de ser una medición indirecta, ya que evalúa la tensión de la córnea. Incluso el propio inventor intentó equiparar esta medición con la presión intraocular obtenida de forma manométrica en la Universidad de Bern, a unos 570 metros sobre el nivel del mar, mediante una cánula insertada en ojos de cadáver. Durante su comparación entre la manometría y la GAT, Goldmann señaló que ‘bajo condiciones que difieren significativamente de nuestras condiciones

de medición (como corneas anormalmente delgadas o gruesas, por ejemplo, en el caso del queratocono, ojos de animales o edema epitelial severo), se deben esperar errores de varios milímetros,’ subrayando las limitaciones de la tonometría de aplanación en comparación con la manometría en corneas no estándar.¹⁻³

Fundamentos de la tonometría Pascal o de contorno dinámico:

Por otro lado, la tonometría de contorno dinámico (DCT) se basa en la ley de Pascal como una alternativa al principio de aplanación y parece no verse afectada por las propiedades corneales ni la altura sobre el nivel del mar.^{4,5} Este dispositivo tiene una punta cóncava, cuya forma fue diseñada con el método de elementos finitos, de manera que se pueda acoplar a córneas de un amplio rango de curvaturas, sin deformarlas. Sus mediciones han sido comparadas favorablemente con las mediciones manométricas intraoculares en pacientes que van a ser sometidos a cirugía de catarata y en ojos de cadáver, en Dresden, Alemania, a 110 m sobre el nivel del mar y en San Francisco, a nivel del mar, respectivamente.⁶⁻⁸

Corvis ST: Principios, utilidad y validación:

El tonómetro Corvis ST es un dispositivo de imagen de alta velocidad basado en la tecnología de Scheimpflug, que permite evaluar la PIO y la biomecánica corneal de manera simultánea. A diferencia de los tonómetros tradicionales, que asumen una respuesta uniforme de la córnea a la aplanación, el Corvis ST utiliza un pulso de aire para inducir la deformación corneal y una cámara de ultra alta velocidad para registrar su dinámica en tiempo real. Gracias a este enfoque, el dispositivo no solo proporciona valores de PIO corregidos según las propiedades biomecánicas de la córnea (bIOP), sino que también ofrece parámetros clave para evaluar la rigidez y deformabilidad corneal, lo que puede ser útil en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías oculares, de manera independiente del grosor corneal.⁹ La bIOP también fue desarrollada basándose en un modelo corneal de elementos finitos, que principalmente utiliza la edad y la paquimetría, para

calcular la PIO corregida, y fue probada en pacientes en Munich, Alemania, a unos 520 metros sobre el nivel del mar.¹⁰

En un estudio de comparación de manometría en ojos humanos recientemente obtenidos de cadáveres con la bIOP, se observó muy buena correlación entre las dos mediciones. La diferencia entre bIOP y la PIO real fue de 0.3 mmHg +/- 1.6 mmHg, pero la diferencia entre la PIO neumotonometrífica Corvis no corregida y la PIO real fue de 7.5+/-3.2 mmHg. Este estudio fue realizado en Venecia, Italia, a nivel del mar y los grosores corneales de los 5 ojos iban de 458 a 880 micras, lo cual explicaba, en gran parte, el error de la PIO no corregida.¹¹

Por esta razón, varios autores han intentado abordar estos problemas proponiendo diferentes fórmulas de corrección, las cuales se han comparado para identificar la que mejor alinea los valores de la GAT con los de la DCT. Como se encontró que la tonometría de aplanación se afecta con la presión atmosférica, es importante tener en cuenta la altura sobre el nivel del mar, ya que esto podría también afectar a las mediciones con Corvis ST. Se propusieron nuevas fórmulas para corregir las mediciones GAT, que tienen en cuenta la altura sobre el nivel del mar, el grosor corneal y el tipo de córnea (normal, glaucoma, transplante y Queratocono), además de la edad, para los ojos con cirugía refractiva previa.¹²

A continuación, veremos las diferentes aplicaciones clínicas y hallazgos en diferentes patologías y en glaucoma.

Corvis ST y córnea con Queratocono y cirugía refractiva:

A nivel del mar (Nápoles) en pacientes sanos, con queratocono y con cirugía refractiva previa, una comparación entre Pascal (DCT) y Corvis ST mostró una PIO corregida de Corvis bIOP con una diferencia no significativa con DCT de solo 1,1%, En contraste el Goldmann y el ORA (Ocular Response Analyzer) marcaron una PIO significativamente menor (10 a 11%), pero similar entre ellos, excepto en los pacientes operados de refractiva. En los pacientes con Queratocono el Corvis y el ORA marcaron similar PIO, pero menos que el DCT.¹³

En otro estudio donde compararon el DCT, contra Corvis ST, Goldmann y ORA y estudiaron la repetibilidad y el efecto del orden de los aparatos, encontraron que la diferencia entre DCT y Corvis en pacientes normales fue de 0.1 mmHg, en la ciudad de Bangalore, ubicada a 920 m de altitud.¹⁴

En ojos con cirugía refractiva, el Corvis ST ha mostrado una bIOP similar antes y después de cirugía con LASIK, LASIK femtosegundo, PRK, SMILE, con menor variabilidad, en comparación con el ORA y GAT y similar al DCT.^{15,16}

Glaucoma Primario de Ángulo Abierto (GPAA) y Corvis ST:

En ojos con GPAA una mayor área de amplitud de deflección corneal se ha asociado con mayor progresión del glaucoma.¹⁷ Este parámetro refleja menor rigidez corneal y se ha especulado que pueda reflejar mayor deformación de la lámina cribosa con presiones oculares altas, lo cual favorece el daño del nervio óptico por glaucoma. También un parámetro que refleja mayor concavidad, CSI, ha demostrado relacionarse con mayor progresión en ojos con GPAA junto con la edad y el índice de grosor horizontal de Ambrosio.¹⁸ Incluso existe una relación lineal entre menor rigidez corneal y glaucomas más avanzados con mayor daño en sus campos visuales, en una combinación entre una mayor rigidez por la PIO elevada y una menor rigidez corneal inducida por el tratamiento con prostaglandinas.¹⁹

Glaucoma de tensión Normal y Corvis ST:

El Corvis ST reporta un nuevo parámetro llamado BGF (biomechanical glaucoma factor), el cual fue desarrollado para distinguir que pacientes con sospecha de glaucoma tienen glaucoma de tensión normal (GTN) y cuales no tienen glaucoma. Un estudio donde valoraron el uso de la histéresis corneal (HC, derivada de las mediciones del ORA) y del BGF para predecir qué pacientes tenían progresión de sus campos visuales encontró que la HC sí tenía valor predictivo, pero no el BGF. Discuten los autores que el BGF está diseñado para distinguir pacientes con GTN, y que no es útil para pacientes con GPAA.²⁰

En general se sabe que los pacientes con GTN estudiados con Corvis ST muestran córneas más deformables y mayor bIOP (parámetros SSI, área AI, tiempo de movimiento total del ojo WEM, un tiempo de primera aplicación mas corto y mayor distancia al pico) en comparación con las córneas de pacientes con hipertensión ocular (HTO) o GPAA, ademas de órbitas mas complacientes, mayor longitud axial y mayor miopía.²¹⁻²⁴ La mayor complacencia corneal también se ha relacionado con mayor daño por glaucoma en ojos con GTN. Se especula que estos ojos la menor rigidez corneal podría reflejar una menor rigidez de la lámina cribosa, la cual, a su vez, podría favorecer el daño por glaucoma de las fibras del nervio óptico, pero que otra posible explicación sea una subestimación de la verdadera PIO con el GAT.²⁵⁻²⁷

Corvis ST e Hipertensión Ocular:

En contraste los ojos con HTO no parecen tener estos parámetros alterados, tienen mayor rigidez corneal y su susceptibilidad al daño glaucomatoso tiende a ser mayor en ojos con mayor longitud axial y menor con mayor rigidez corneal.²⁸⁻³⁰ En linea con lo encontrado en el OHTS, se ha visto que los ojos con sospecha de glaucoma y parámetros de rigidez mayores en córneas relativamente delgadas, tienen mayor riesgo para conversión a glaucoma.³¹

Pacientes con Pseudoexfoliación y Corvis ST:

Los pacientes con pseudoexfoliación parecen tener un comportamiento biomecánico corneal similar a los pacientes sanos, así que la causa de su glaucoma parece ser puramente causado por el aumento en la PIO.³² La Tabla I resume los hallazgos con el Corvis ST en diferentes condiciones.

Efecto del tratamiento sobre los parámetros biomecánicos corneales:

Las prostaglandinas, en general, parecen afectar la rigidez corneal de manera tal que parte de su efecto sobre la tonometría GAT puede deberse a este efecto,

y que esto haga sobreestimar el efecto farmacológico primario sobre la PIO medida con GAT, e incluso con ORA, hasta el punto de que se ha llegado a cuestionar si realmente bajan la PIO o si solo simulan bajar la PIO al ablandar la córnea y aumentar su deformabilidad.³³⁻³⁵

Este efecto ha sido demostrado en ojos con GTN o HTO, pero se ha encontrado que las córneas de pacientes con GTN siguen siendo más afectadas en su rigidez por las prostaglandinas que los pacientes con HTO.³⁶

En otro estudio se encontró que la córnea se volvía más deformable con el tratamiento con prostaglandinas, en comparación con un betabloqueador tópico, y que los parámetros topográficos no se veían afectados por el tratamiento, confirmando con mayor fuerza los efectos biomecánicos, y no estructurales, que tienen las prostaglandinas sobre la córnea.

Rol de la presión atmosférica:

La explicación de porqué una menor presión atmosférica provoca que el GAT marque presiones menores a las reales es física. Una mayor presión atmosférica hace parte de la resistencia a la deformación de la córnea, por lo tanto, la aplanação de la córnea a nivel del mar es menor y el GAT marca mayor PIO. En ciudades a mayor altura y menor presión atmosférica la resistencia total de la córnea es menor, por lo tanto el GAT marca una menor presión a la manométrica (Figura 1).

Se pueden intercambiar las mediciones de los distintos tonómetros?

No se pueden intercambiar las mediciones entre el ORA, el DCT, el Corvis ST y el GAT. Las mediciones más parecidas a las manométricas se encuentran con el DCT, en primer lugar, y en segundo lugar con el Corvis ST, al menos a nivel del mar y hasta los 920 metros de Bangalore.(12) Al revisar las características técnicas del Corvis ST, no hay claridad sobre su precisión cuando se usa a más de 1800 metros sobre el nivel del mar, en comparación con la autocalibración, con respecto

Tabla I.

Parámetros biomecánicos alterados en distintas condiciones clínicas y el riesgo de glaucoma

| Condición | Parámetros alterados en Corvis ST | Implicación clínica |
|----------------------------------|--|---|
| GPA | Mayor área de deflección | Mayor progresión |
| GTN | Mayor deformabilidad, BGF elevado | Mayor riesgo de daño estructural y progresión |
| HTO | Mayor rigidez corneal | Menor riesgo de desarrollar glaucoma |
| Pseudoexfoliación | Similar a pacientes sanos | La PIO medida con GAT más confiable |
| Cirugía refractiva y Queratocono | bIOP mas parecida a Pascal | Mejor seguimiento a largo plazo. Facilita decisiones en sospecha de glaucoma en estos pacientes. |

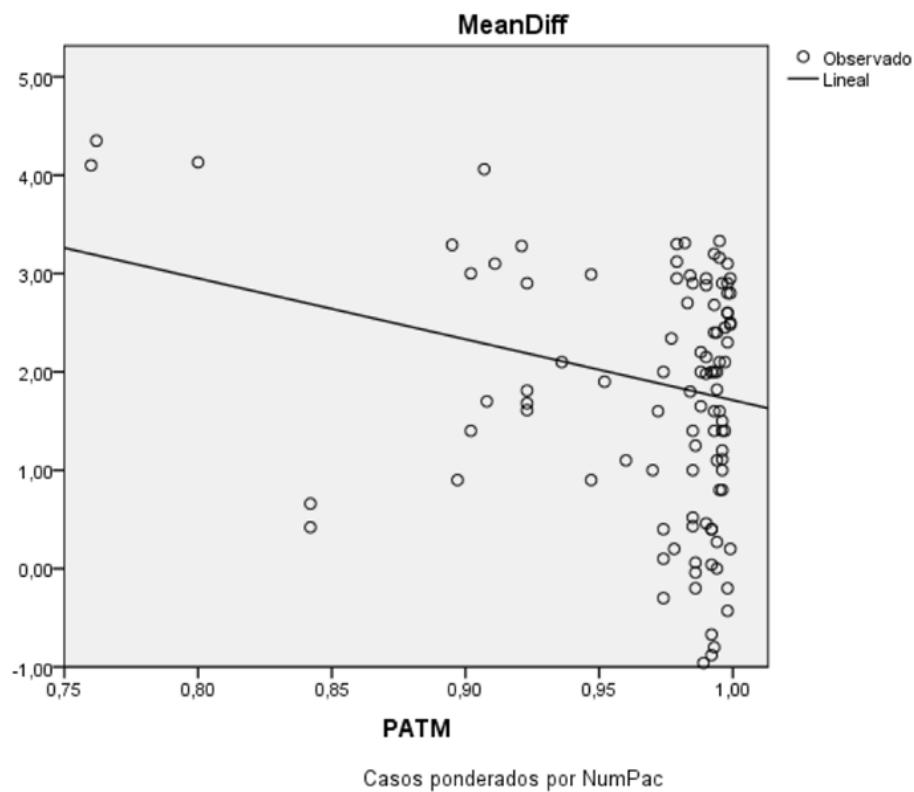


Figura I. La gráfica muestra la diferencia promedio entre Goldmann y Pascal en 24211 ojos de 20214 pacientes, extraídos de 157 estudios a diferentes presiones atmosféricas, ponderados por el número de pacientes en cada estudio. La mayor parte de los estudios fueron realizados a nivel del mar o cerca (1 ATM), y se observa cómo a mayor altitud y menor presión atmosférica se va aumentando la diferencia promedio entre los dos tonómetros, desde un mínimo de 0,3 mmHg hasta 4,3 mmHg (gráfica derivada de los datos de referencia 12).

a la presión atmosférica local, que tiene el DCT-Pascal cada vez que se enciende.

CONCLUSIONES

Las mediciones de PIO son muy importantes en el diagnóstico y tratamiento del glaucoma. Medir la pio con tonometría Goldmann puede no ser la manera mas confiable de obtener un dato fidedigno, debido al gran rango de variables biomecánicas de cada córnea, a la manera subjetiva como se hace la medición, a las variables atmosféricas y a las fuentes de error conocidas. Puede ser mucho más confiable la medida obtenida con el tonómetro de Pascal (DCT), ya que no se deja afectar por estas variables que usualmente están ocultas al momento de la consulta.

Sin embargo, medir los parámetros biomecánicos con el Corvis ST nos puede dar información importante para poder evaluar el riesgo de progresión en el glaucoma, en la hipertensión ocular, en el glaucoma de tensión normal y el papel de las prostaglandinas sobre la córnea, donde todo lo que indique una córnea más blanda, parece indicar también, una mayor susceptibilidad al daño glaucomatoso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Goldmann H, Schmidt T. Über Applanationstonometrie [Applanation tonometry]. 306 Ophthalmologica. 1957 Oct;134(4):221-42.
2. Goldmann H. Un nouveau tonometre d'applanation. Bull Soc Ophthalmol Fr. 1955;67:474-478.
3. Schmidt TA. The clinical application of the Goldmann applanation tonometer. Am J Ophthalmol. 1960;49:967-978.
4. Albis-Donado O, Rodríguez-Camacho B, Bhartiya S, et al. Effects of Acute Atmospheric Pressure Changes on Dynamic Contour Tonometry and Goldmann Applanation Tonometry in Normal Individuals: A Pilot Study. J Glaucoma. 2020;29(9):756.
5. ElMallah MK, Asrani SG. New ways to measure intraocular pressure. Curr Opin Ophthalmol. 2008;19(2):122-126.
6. Boehm AG, Weber A, Pillunat LE, Koch R, Spoerl E. Dynamic contour tonometry in comparison to intracameral IOP measurements. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008;49(6):2472-2477.
7. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Dynamic contour tonometry: a comparative study on human cadaver eyes. Arch Ophthalmol Chic Ill 1960. 2004;122(9):1287-1293.
8. Kniestedt C, Nee M, Stamper RL. Accuracy of dynamic contour tonometry compared with applanation tonometry in human cadaver eyes of different hydration states. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2005 Apr; 243(4):359-66.
9. Matsuura M, Murata H, Fujino Y, Yanagisawa M, Nakao Y, Tokumo K, Nakakura S, Kiuchi Y, Asaoka R. Relationship between novel intraocular pressure measurement from Corvis ST and central corneal thickness and corneal hysteresis. Br J Ophthalmol. 2020 Apr;104(4):563-568. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314370. Epub 2019 Jul 30. PMID: 31362932.
10. Joda AA, Shervin MM, Kook D, Elsheikh A. Development and validation of a correction equation for Corvis tonometry. Comput Methods Biomech Biomed Engin. 2016;19(9):943-53.
11. Eliasy A, Chen KJ, Vinciguerra R, Maklad O, Vinciguerra P, Ambrósio R Jr, Roberts CJ, Elsheikh A. Ex-vivo experimental validation of biomechanically-corrected intraocular pressure measurements on human eyes using the CorVis ST. Exp Eye Res. 2018 Oct;175:98-102.
12. Albis-Donado O, Ramirez-Neria P, Rios-Acosta N, Stalmans I. The influence of altitude on the differences between Goldmann tonometry and Pascal dynamic contour tonometry: An ecological meta-analysis. Indian J Ophthalmol. 2024 May 1;72(Suppl 3):S398-S403.
13. Lanza M, Iaccarino S, Mele L, Carnevale UA, Irregolare C, Lanza A, Femiano F, Bifani M. Intraocular pressure evaluation in healthy eyes and diseased ones using contact and non contact devices. Cont Lens Anterior Eye. 2016 Apr;39(2):154-9. doi: 10.1016/j.clae.2015.10.001. Epub 2015 Oct 16. PMID: 26481062.
14. Tejwani S, Dinakaran S, Joshi A, Shetty R, Roy AS. A cross-sectional study to compare intraocular pressure measurement by sequential use of Goldman applanation tonometry, dynamic contour tonometry, ocular response analyzer, and Corvis ST. Indian J Ophthalmol 2015;63:815-20
15. Chen S, Lopes BT, Huang W, Zheng X, Wang J, Zhu R, Vinciguerra R, Li Y, Wang Q, Li H, Bao F, Elsheikh A. Effectiveness of 4 tonometers in measuring IOP after femtosecond laser-assisted LASIK, SMILE, and transepithelial photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg. 2020 Jul;46(7):967-974. doi: 10.1097/j.jcrs.000000000000204. PMID: 32271270.
16. Bao F, Huang W, Zhu R, Lu N, Wang Y, Li H, Wu S, Lin H, Wang J, Zheng X, Huang J, Li Y, Wang Q, Elsheikh A. Effectiveness of the Goldmann Applanation Tonometer, the

- Dynamic Contour Tonometer, the Ocular Response Analyzer and the Corvis ST in Measuring Intraocular Pressure following FS-LASIK. *Curr Eye Res.* 2020 Feb;45(2):144-152. doi: 10.1080/02713683.2019.1660794. Epub 2019 Dec 26. PMID: 31869261.
17. Jung Y, Chun H, Moon JI. Corneal deflection amplitude and visual field progression in primary open-angle glaucoma. *PLoS One.* 2019 Aug 12;14(8):e0220655. doi: 10.1371/journal.pone.0220655. PMID: 31404083; PMCID: PMC6690643.
 18. Aoki S, Murata H, Nakakura S, Nakao Y, Matsuura M, Fujino Y, Kiuchi Y, Asaoka R. Development of a Novel Corneal Concavity Shape Parameter and Its Association with Glaucomatous Visual Field Progression. *Ophthalmol Glaucoma.* 2019 Jan-Feb;2(1):47-54. doi: 10.1016/j.ogla.2018.10.010. Epub 2018 Nov 7. PMID: 32672557.
 19. Jung Y, Park HL, Yang HJ, Park CK. Characteristics of corneal biomechanical responses detected by a non-contact scheimpflug-based tonometer in eyes with glaucoma. *Acta Ophthalmol.* 2017 Nov;95(7):e556-e563. doi: 10.1111/aos.13466. Epub 2017 Jun 21. PMID: 28636261.
 20. Aoki S, Miki A, Omoto T, Fujino Y, Matsuura M, Murata H, Asaoka R. Biomechanical Glaucoma Factor and Corneal Hysteresis in Treated Primary Open-Angle Glaucoma and Their Associations With Visual Field Progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2021 Jun 1;62(7):4. doi: 10.1167/iovs.62.7.4. PMID: 34086046; PMCID: PMC8185393.
 21. Liu MX, Li DL, Yin ZJ, Li YZ, Zheng YJ, Qin Y, Ma R, Liang G, Pan CW. Corneal stress-strain index in relation to retinal nerve fibre layer thickness among healthy young adults. *Eye (Lond).* 2024 Jun;38(9):1654-1659. doi: 10.1038/s41433-024-02985-7. Epub 2024 Feb 24. PMID: 38402288; PMCID: PMC11156841.
 22. Wei Y, Cai Y, Bao C, Zhu Y, Pan Y. The role of corneal biomechanics in visual field progression of primary open-angle glaucoma with ocular normotension or hypertension: a prospective longitude study. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 May 10;11:1174419. doi: 10.3389/fbioe.2023.1174419. PMID: 37234476; PMCID: PMC10206210.
 23. Li DL, Liu MX, Yin ZJ, Li YZ, Ma R, Zheng YJ, Qin Y, Liang G, Pan CW. Refractive associations with corneal biomechanical properties among young adults: a population-based Corvis ST study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2024 Jan;262(1):121-132. doi: 10.1007/s00417-023-06164-4. Epub 2023 Jul 4. PMID: 37401934.
 24. Catania F, Morenghi E, Rosetta P, Paolo V, Vinciguerra R. Corneal Biomechanics Assessment with Ultra High Speed Scheimpflug Camera in Primary Open Angle Glaucoma Compared with Healthy Subjects: A meta-analysis of the Literature. *Curr Eye Res.* 2023 Feb;48(2):161-171. doi: 10.1080/02713683.2022.2059809. Epub 2022 Apr 18. PMID: 35385343.
 25. Chen YY, Wang TH, Huang JY, Su CC. Relationship of axial length and corneal biomechanical properties with susceptibility to unilateral normal-tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022 Jan;260(1):255-264. doi: 10.1007/s00417-021-05346-2. Epub 2021 Aug 19. PMID: 34410485.
 26. Miki A, Yasukura Y, Weinreb RN, Maeda N, Yamada T, Koh S, Asai T, Ikuno Y, Nishida K. Dynamic Scheimpflug Ocular Biomechanical Parameters in Untreated Primary Open Angle Glaucoma Eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020 Apr 9;61(4):19. doi: 10.1167/iovs.61.4.19. PMID: 32298437; PMCID: PMC7401753.
 27. Vinciguerra R, Rehman S, Vallabh NA, Batterbury M, Czanner G, Choudhary A, Cheeseman R, Elsheikh A, Willoughby CE. Corneal biomechanics and biomechanically corrected intraocular pressure in primary open-angle glaucoma, ocular hypertension and controls. *Br J Ophthalmol.* 2020 Jan;104(1):121-126. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313493. Epub 2019 Mar 28. PMID: 30923134; PMCID: PMC6922012.
 28. Liu MX, Zhou M, Li DL, Dong XX, Liang G, Pan CW. Corneal Biomechanics in Primary Open Angle Glaucoma and Ocular Hypertension: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Glaucoma.* 2023 Mar 1;32(3):e24-e32. doi: 10.1097/IJG.0000000000002170. Epub 2022 Dec 30. PMID: 36583701.
 29. Wu N, Chen Y, Sun X. Association Between Ocular Biomechanics Measured With Corvis ST and Glaucoma Severity in Patients With Untreated Primary Open Angle Glaucoma. *Transl Vis Sci Technol.* 2022 Jun 1;11(6):10. doi: 10.1167/tvst.11.6.10. PMID: 35679036; PMCID: PMC9187943.
 30. Vieira MJ, Pereira J, Castro M, Arruda H, Martins J, Sousa JP. Efficacy of corneal shape index in the evaluation of ocular hypertension, primary open-angle glaucoma and exfoliative glaucoma. *Eur J Ophthalmol.* 2022 Jan;32(1):275-281. doi: 10.1177/1120672120972020. Epub 2020 Nov 6. PMID: 33158363.
 31. Qassim A, Mullany S, Abedi F, Marshall H, Hassall MM, Kolovos A, Knight LSW, Nguyen T, Awadalla MS, Chappell A, Schulz AM, Galanopoulos A, Agar A, Healey PR, Hewitt AW, Graham SL, Landers J, Casson RJ, Siggs OM, Craig JE. Corneal Stiffness Parameters Are Predictive of Structural and Functional Progression in Glaucoma Suspect Eyes. *Ophthalmology.* 2021 Jul;128(7):993-1004. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.11.021. Epub 2020 Nov 25. PMID: 33245936.
 32. Pradhan ZS, Deshmukh S, Dixit S, Gudetti P, Devi S, Webers CAB, Rao HL. A comparison of the corneal biomechanics in pseudoexfoliation syndrome, pseudo-

- exfoliation glaucoma, and healthy controls using Corvis® Scheimpflug Technology. *Indian J Ophthalmol.* 2020 May;68(5):787-792. doi: 10.4103/ijo.IJO_1550_19. PMID: 32317447; PMCID: PMC7350500.
33. Martínez-Sánchez MI, Bolívar G, Sideroudi H, Teus MA. Effect of prostaglandin analogues on the biomechanical corneal properties in patients with open-angle glaucoma and ocular hypertension measured with dynamic scheimpflug analyzer. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022 Dec;260(12):3927-3933. doi: 10.1007/s00417-022-05752-0. Epub 2022 Jul 16. PMID: 35841397.
34. Yasukura Y, Miki A, Maeda N, Koh S, Nishida K. Effect of Prostaglandin Analogues on Corneal Biomechanical Parameters Measured With a Dynamic Scheimpflug Analyzer. *J Glaucoma.* 2021 Nov 1;30(11):996-1000. doi: 10.1097/JG.0000000000001895. PMID: 34086611.
35. Sánchez-Barahona C, Bolívar G, Katsanos A, Teus MA. Latanoprost treatment differentially affects intraocular pressure readings obtained with three different tonometers. *Acta Ophthalmol.* 2019 Dec;97(8):e1112-e1115. doi: 10.1111/aos.14170. Epub 2019 Jun 11. PMID: 31184426.
36. Wu N, Chen Y, Yang Y, Sun X. The changes of corneal biomechanical properties with long-term treatment of prostaglandin analogue measured by Corvis ST. *BMC Ophthalmol.* 2020 Oct 20;20(1):422. doi: 10.1186/s12886-020-01693-6. PMID: 33081750; PMCID: PMC7576693.
37. Amano S, Nejima R, Inoue K, Miyata K. Effect of topical prostaglandins on the biomechanics and shape of the cornea. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019 Oct;257(10):2213-2219. doi: 10.1007/s00417-019-04435-7. Epub 2019 Aug 10. PMID: 31401684.