



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

UNIVERSIDAD GALILEO GUATEMALA
INSTITUTO PANAMERICANO CONTRA LA CEGUERA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SUB-ESPECIALIDAD SEGMENTO ANTERIOR

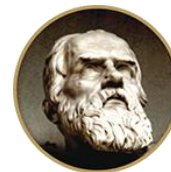
**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE OCT-SWETP SOURCE, OCT- SPECTRAL
DOMAIN Y SISTEMA SCHEIMPFLUG**

ESTUDIANTE: DRA. SARAELSY MONTERROSO MOLINA

TUTOR: DR. MARIO AUGUSTO GUTIÉRREZ

SUPERVISOR: DR. MARIO AUGUSTO GUTIÉRREZ

AÑO: 2024



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	5
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	7
RESULTADOS	8
DISCUSIÓN	12
REFERENCIAS	15



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INTRODUCCIÓN

La importancia de la medición precisa de la curvatura, grosor e índices biométricos en general ha cobrado progresiva importancia, mientras han evolucionado las opciones de cirugía refractiva. Estas medidas igualmente tienen importancia en el diagnóstico, manejo y seguimiento de patologías corneales, como las ectasias.⁴ A pesar de que existen varios instrumentos para realizar mediciones del segmento anterior, no existe un *Gold standard* para verificar la precisión de las mediciones.⁶

El OCT de córnea es una modalidad que utiliza interferometría de baja coherencia para obtener imágenes sin contacto. La tecnología OCT swept-source (SS) utiliza una longitud de onda mayor, comparado con OCT Spectral Domain (SD), lo que le permite obtener una mayor profundidad de imagen del segmento anterior.¹

El SD-OCT Avanti (Optovue Inc) es actualmente el OCT de córnea más utilizado, y el análisis de sus mediciones paquimétricas ha sido validado en múltiples ensayos clínicos.² Sin embargo, por su nivel de penetrancia, no permite obtener imágenes del segmento anterior, sino exclusivamente de la córnea.

El Anterior (Heidelberg Engineering) es un SS-OCT de aparición más reciente. Utiliza una longitud de onda de 1300nm, logrando una resolución axial de 10 micrómetros y una profundidad del scan de 14mm.² Permite la medición de valores paquimétricos corneales, así como el análisis tomográfico de la cara anterior



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

y posterior de la córnea.² Por lo que además de tener funciones comparables con un SD-OCT, posee funciones comparables a los dispositivos que operan a través del sistema Scheimpflug, como Pentacam (Oculus) o Sirius (Schwind).

Los aparatos con tecnología Scheimpflug están disponibles desde el 2013.⁵ Pentacam utiliza una única cámara Scheimpflug, mientras que Sirius combina una cámara Scheimpflug con un topógrafo operado por anillos de plácido, con la intención de lograr un mejor análisis de la curvatura corneal.⁶

El propósito de este estudio es medir las principales variables utilizadas en el diagnóstico y tratamiento de ectasias, así como en la planificación y seguimiento de cirugía refractiva; utilizando SS-OCT, SD-OCT y sistema Scheimpflug para realizar un análisis comparativo.



MATERIALES Y MÉTODOS

Fibrosis or tissue scarring is an expected process after injury and occurs as a response to an inflammatory process; the modulation of this process is carried out by signaling proteins from a biochemic. Se obtuvo mediciones de 50 pacientes voluntarios (100 ojos), de 18 a 84 años (media 48.84 años), 19 hombres (38%) y 31 mujeres (62%) del Instituto Panamericano contra la Ceguera.

Fueron excluidos del estudio pacientes menores de 18 años y pacientes con queratometrías menores de 37D o mayores de 50D. De todos los pacientes se obtuvieron tomas de 4 equipos: Anterion (SS-OCT), Avanti (SD-OCT), Pentacam (Scheimpflug) y Sirius (Scheimpflug) en el mismo día. La secuencia de la medición entre aparatos fue al azar. Se tomó una única toma en cada aparato, siempre y cuando la calidad de la toma fuera satisfactoria. Las tomas fueron realizadas por un técnico capacitado en los 4 equipos utilizados.

Se recopilaron las siguientes variables: K1 de la cara Anterior, K2 de la cara anterior, astigmatismo y eje de la cara anterior, K1 de la cara posterior, K2 de la cara posterior, astigmatismo y eje de la cara posterior, Espesor corneal central, paquimetría más delgada, profundidad de la cámara anterior y blanco a blanco



El protocolo fue aprobado por el comité de ética de la institución y se veló por el cumplimiento de los estándares éticos internacionales.

Anterion. El SS-OCT Anterion utiliza una fuente de luz láser, de una longitud de onda de 1300nm, para obtener scans tipo B con resolución axial de menos de 10 micras y resolución transversal de 45 micras. Utiliza un *eye tracker* activo. Todas las variables fueron obtenidas de la “Cornea APP”, con excepción de la profundidad de la cámara anterior (ACD), la cual fue obtenida de la función “METRICS”.

Avanti. El SD-OCT Avanti utiliza una fuente de luz diodo super luminiscente (longitud de onda de 840 nm). Obtiene escaneos tipo B con una resolución axial de 5 micras y una resolución transversal de 15 micras. No utiliza ningún sistema *eye tracker*. Los valores analizados en el estudio se obtuvieron del mapa paquimétrico.

Pentacam. El Pentacam utiliza una cámara Scheimpflug rotatoria (360°) y una fuente de luz monocromática azul (diodo 475 nm) que rota al rededor del eje óptico para calcular valores tridimensionales del segmento anterior. El sistema tiene dos modos de escaneo. Uno genera un scan 3-D capturando 50 imágenes en 2 segundos y el otro genera un scan 3-D capturando 50 imágenes en 1 segundo. Utiliza más de 25000 puntos de elevación, para proveer una representación tridimensional de la córnea.⁶

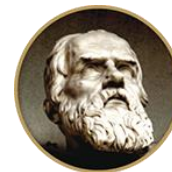


Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Sirius. El sistema Sirius combina una cámara rotatoria Scheimpflug con un topógrafo con anillos de plácido de pequeño ángulo (22 anillos); logrando 25 secciones de la córnea. Los 22 anillos proveen datos de altura, pendiente y elevación. Los datos tomográficos (curvatura posterior corneal, iris, cámara anterior y cristalino anterior) se obtienen de la cámara Scheimpflug. El sistema puede medir 35632 puntos de la córnea anterior y 30000 de la superficie posterior corneal. El mapa paquimétrico se construye utilizando datos de ambas superficies corneales en un lapso de 5-6 segundos.⁶

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar los grupos de datos recopilados de las mediciones de cada aparato, se construyeron modelos lineales en el programa *R Studio*. El modelo se realizó en base a la distribución de los datos obtenidos en *Anterion* (Intercepto), por lo que éste equipo se tomó como valor de referencia comparativo. Se presentan las medidas de “magnitud de efecto” (β). En este modelo estadístico un valor $\beta < 0.20$ se considera una magnitud de efecto débil, $0.20 < \beta < 0.50$ se considera un efecto moderado y $\beta > 0.50$ se considera un efecto fuerte.⁷



RESULTADOS

PARÁMETRO	Anterion	Pentacam	Sirius	Optovue
K1 Anterior (D)	42.83 ± 1.83	42.83 ± 1.88	42.80 ± 1.83	_____
K2 Anterior (D)	44.93 ± 2.1	44.83 ± 2.05	44.88 ± 2.12	_____
Astigmatismo Anterior (D)	2.08 ± 1.87	1.97 ± 1.81	2.07 ± 1.86	_____
Eje Astigmatismo, Anterior, K más curva (°)	95.11 ± 24.69	93.59 ± 25.38	92.36 ± 30.34	_____
K1 Posterior (D)	-5.99 ± 0.26	-6.10 ± 0.29	-6.06 ± 0.27	_____
K2 Posterior (D)	-6.49 ± 0.32	-6.60 ± 0.34	-6.61 ± 0.35	_____
Astigmatismo Posterior (D)	0.50 ± 0.24	0.50 ± 0.28	0.56 ± 0.28	_____
Eje Astigmatismo Posterior, K más curva (°)	89.61 ± 8.55	91.128 ± 11.82	92.19 ± 11.41	_____
Blanco a Blanco (mm)	11.88 ± 0.44	11.67 ± 0.4	11.97 ± 0.41	_____
Profundidad Cámara Anterior (mm)	2.77 ± 0.41	3.25 ± 0.41	2.78 ± 0.44	_____
Grosor Corneal Central (μ)	536.16 ± 33.24	539.02 ± 33.16	533.32 ± 35.41	531.05 ± 32.76
Paquimetría más delgada (μ)	532.81 ± 35.47	533.56 ± 33.92	530.24 ± 36.31	521.03 ± 34.7

Tabla1. Media de los datos recolectados con los diferentes aparatos y desviación Standard.



K1. superficie anterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	3.76	6.09e ³	3.76478069	N.A.
PENTACAM	2.52e ⁻⁵	-0.01195428	0.01200466	0.997
SIRIUS	-5.39e ⁻⁴	-0.01251819	0.01144074	0.93

Tabla 2. Resumen y tamaño del efecto del modelo K1 cara anterior.

No existe un efecto claro al comparar esta variable entre equipos.

K2. superficie anterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	44.9382	44.5274573	45.3489427	N.A.
PENTACAM	-0.1132	-0.6940779	0.4676779	0.702
SIRIUS	-0.0613	-0.6421779	0.5195779	0.836

Tabla 3. Resumen del tamaño del efecto del modelo K2 cara anterior.

No existe un efecto claro al comparar esta variable entre equipos.

Astigmatismo, superficie anterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	44.9382	44.5274573	45.3489427	N.A.
PENTACAM	-0.1132	-0.6940779	0.4676779	0.702
SIRIUS	-0.0613	-0.6421779	0.5195779	0.836

Tabla 4. Resumen del tamaño del efecto del modelo Astigmatismo cara anterior

No existe un efecto claro al comparar esta variable entre equipos.



K1. superficie posterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	-5.9888	-6.0421853	-5.935414659	N.A.
PENTACAM	-0.1182	-0.1936983	-0.042701727	0.00226
SIRIUS	-0.0716	-0.1470983	0.003898273	0.06298

Tabla 5. Resumen del tamaño del efecto del modelo K1 cara posterior

Existe una diferencia (negativa) al comparar Pentacam con Anterion. La diferencia es estadísticamente significativa según el valor P, sin embargo, al analizar el tamaño del efecto (beta) la magnitud del efecto se considera débil.

K2. superficie posterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	1.59e ³	0.001497931	1.67250100e ³	N.A.
PENTACAM	-1.54e⁴	-0.0002769997	-3.011945e⁵	0.01494
SIRIUS	-1.68e⁴	-0.000291761	-4.488029e⁵	0.00769

Tabla 6. Resumen del tamaño del efecto del modelo K2 cara posterior

Existe una diferencia (negativa) al comparar tanto Pentacam como Sirius con Anterion. La diferencia es estadísticamente significativa según el valor P, sin embargo, al analizar el tamaño del efecto (beta) la magnitud del efecto se considera débil.

Astigmatismo. superficie posterior corneal

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	-0.78849	-0.8872455	-0.68974421	N.A.
PENTACAM	-0.05077	-0.1904253	0.08888365	0.475
SIRIUS	0.08041	-0.0592411	0.22006785	0.258

Tabla 7. Resumen del tamaño del efecto del modelo Astigmatismo cara posterior

No existe un efecto claro al comparar esta variable entre equipos.



Grosor corneal central

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	536.16	529.542554	542.777446	N.A.
OPTOVUE	-5.11	-14.468483	4.248483	0.284
PENTACAM	2.86	-6.498483	12.218483	0.548
SIRIUS	-2.84	-12.198483	6.518483	0.551

Tabla 8. Resumen del tamaño del efecto del modelo grosor corneal central

No existe un efecto claro al comparar esta variable entre equipos.

Paquimetría más delgada

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	532.81	525.908522	539.711478	N.A.
OPTOVUE	-11.78	-21.540163	-2.019837	0.0181
PENTACAM	0.75	-9.010163	10.510163	0.88
SIRIUS	-2.57	-12.330163	7.190163	0.605

Tabla 9. Resumen del tamaño del efecto del modelo paquimetría más delgada

Existe una diferencia (negativa) al comparar la medición de este parámetro en Optovue versus Anterion. La diferencia es estadísticamente significativa y el la magnitud del efecto se considera fuerte.

Blanco a blanco

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	11.8769	11.79457286	11.95922714	N.A.
PENTACAM	-0.2059	-0.32232816	-0.08947184	0.000576
SIRIUS	0.0908	-0.02562816	0.20722816	0.1259

Tabla 10. Resumen del tamaño del efecto del modelo blanco a blanco



Existe una diferencia (negativa) al comparar Pentacam con Anterion. La diferencia es estadísticamente significativa y la magnitud del efecto se considera moderado.

Profundidad de la cámara anterior

VARIABLE	TAMAÑO DEL EFECTO (β)	LCI (2.5%)	UIC (97.5%)	VALOR P
INTERCEPTO (ANTERION)	2.7693	2.6868052	2.8517948	N.A.
PENTACAM	0.4762	0.3595347	0.3595347	0.00
SIRIUS	0.0131	-0.1035653	0.1297653	0.825

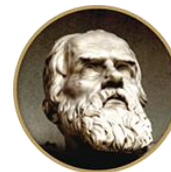
Tabla 10. Resumen del tamaño del efecto del modelo blanco a blanco

Existe una diferencia (negativa) al comparar Pentacam con Anterion. La diferencia es estadísticamente significativa y la magnitud del efecto se considera moderado.

DISCUSIÓN

Si se considera que cada aparato utiliza un diferente sistema de inteligencia artificial para obtener su análisis y medición de parámetros, puede entenderse que a pesar de que existe una buena correlación entre muchas de las mediciones, no todos los parámetros son intercambiables entre sí.⁵

La conclusión más notable que se puede hacer del estudio es la subestimación de la paquimetría más delgada obtenida con Anterion, si esta se compara con la medición por Optovue. Es interesante observar este fenómeno, ya que se observa a pesar de que el grosor corneal central, no presenta esta diferencia entre equipos.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Debido al método estadístico que se utilizó, donde el propósito era tomar las mediciones obtenidas por Anterion como referencia comparativa, se resalta esta subestimación paquimétrica en la paquimetría más delgada de Anterion versus Optovue. Sin embargo, si estadísticamente se comparara Pentacam o Sirius con Optovue, se asume que las mediciones serían igualmente menores.

Feng y colaboradores compararon no solo la repetibilidad del *Swept-Source OCT Anterion* con el *SD OCT Optovue* sino que compararon las mediciones paquimétricas epiteliales entre aparatos. Las mediciones paquimétricas que estos investigadores obtuvieron fueron todas menores en Anterion versus Optovue.

Concluyen que las mediciones entre equipos no son intercambiables, a menos que se utilicen factores de corrección.³ La repetibilidad del Anterion supera a la repetibilidad del Optovue Avanti, esto se asume que es debido a los 65 scans radiales que realiza el Anterion, versus 8 del Optovue, así como al sistema de *eye tracking* propio del Anterion.

Es entendible que los usuarios busquen la mayor precisión posible, especialmente en la planificación de cirugía refractiva, ya que la tasa de éxito, los riesgos y potenciales complicaciones se relacionan directamente con la precisión de los cálculos en el plan quirúrgico. Once micras de sub o sobreestimación, los obtenidos en nuestros resultados, podrían influir en el plan quirúrgico.

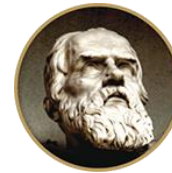


Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Sin embargo, un cambio de 11 micras podría verse influido incluso a la inclusión o exclusión de la película lagrimal en la medición paquimétrica.¹²

Feng y colaboradores reportan que el fabricante del Anterior (Sandro Gunkel, a través de comunicación personal en noviembre del 2021) no ha confirmado ni negado la inclusión de la película lagrimal en la medición paquimétrica. Debido a que la resolución axial del Anterior se limita a 8 micras, el film lagrimal no puede realmente verse en la imagen y es incierto si es tomado en cuenta en la medición. Por otro lado, Optovue tiene una resolución aproximada de 5 micras y sus mediciones incluyen la película lagrimal.¹³

Parisa Abdi y colaboradores compararon Sirius y Pentacam. Pentacam presenta valores significativamente mayores de: paquimetría más delgada (3.47 micras). Este estudio no fue estadísticamente diseñado para comparar Pentacam con Sirius, pero ninguno de los dos equipos mostró una diferencia significativa en este parámetro cuando se compararon con Anterior.



REFERENCIAS

1. Badoza, Daniel. "Biométrica Óptica: Estándares de Precisión y Validación de Datos Biométricos. ANTERION." *Sociedad Argentina de Oftalmología*, Sociedad Argentina de Oftalmología, Buenos Aires, Argentina, 2024, pp. 65–68, https://www.sao.org.ar/images/2024/Multifocalidad-DIGITAL_1.pdf
2. Shoji T, Kato N, Ishikawa S, y colaboradores. In vivo crystalline lens measurements with nove swept-source optical coherent tomography; an investigation on variability of measurement. *BMJ Open Ophtalmolo*.2017.<https://doi.org/10.1136/bm-jophth-2016-000058> PMID:29354706
3. Feng, Yue, et al. "Heidelberg Anterior swept-source OCT corneal epithelial thickness mapping: Repeatability and agreement with Optovue Avanti." *Journal of Refractive Surgery*, vol. 38, no. 6, June 2022, pp. 356–363, <https://doi.org/10.3928/1081597x-20220414-01>.
4. Sactis U., Missolungi, A., Richiardi, L. & Grignolo, F.M. Reproducibility and repeatability of central corneal thickness measurement in keratoconus using the rotating Scheimpflug camera and ultrasoudn pachimetry. *American Journal Ophtalmol*. 144 (5), 712-718 (2007)
5. Anayol, M.A y colaboradores. Comparison of central corneal thickness, thinnest corneal thickness, anterior chamber depth, and simulated keratometry using Galilei, Pentacam, and Sirius devices. *Cornea* 33 (6), 582-586 (2014).
6. Abdi, Parisa, et al. "Comparison of corneal measurements using two different Scheimpflug analyzers in Sirius and PENTACAM devices." *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, 7 Oct. 2023, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44133-3>.
7. Domínguez-Lara, Sergio. "Magnitud Del Efecto, Una Guía Rápida." *Educación Médica*, Elsevier, 1 July 2018, www.elsevier.es/es-revista-educacion-medica-71-articulo-magnitud-del-efecto-una-guia-S1575181317301390.
8. Gim, Yujin, et al. "Agreement between Scheimpflug camera and the swept-source optical coherence tomography measurements in keratometry and higher-order aberrations." *Korean Journal of Ophthalmology*, vol. 35, no. 5, 5 Oct. 2021, pp. 337–348, <https://doi.org/10.3341/kjo.2021.0076>.
9. Konstantopoulos A, Hossain P, Anderson DF. Recent advances in ophthalmic anterior segment imaging: a new era for ophthalmic diagnosis. *Br J Ophthalmol* 2007;91:551-7. Chen W, McAlinden C, Pesudovs K, et al. Scheimpflug-Placido topographer and optical low-coherence reflectometry biometer: repeatability and agreement. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:1626-32.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

10. Ventura BV, Wang L, Ali SF, et al. Comparison of corneal power, astigmatism, and wavefront aberration measurements obtained by a point-source color light-emitting diode-based topographer, a Placido-disk topographer, and a combined Placido and dual Scheimpflug device. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1658-71.
11. "Current Issue: IOVS: ARVO Journals." *IOVS*, iovs.arvojournals.org/issues.aspx. Accessed 28 June 2024.
12. Sedaghat, Mohammad-Reza, et al. "Corneal epithelial thickness mapping after photorefractive keratectomy for myopia." *Journal of Refractive Surgery*, vol. 35, no. 10, Oct. 2019, pp. 632–641, <https://doi.org/10.3928/1081597x-20190826-03>.