



# Acta de Otorrinolaringología & Cirugía de Cabeza y Cuello

www.revista.acorl.org.co



## Trabajos originales

### Impacto de la selección de dispositivos fotográficos en la perfilometría facial: estudio observacional transversal con análisis de inteligencia artificial para cirugía plástica

### Impact of the selection of photographic devices on facial profilometry: a cross-sectional observational study with artificial intelligence analysis for plastic surgery

María Alejandra Henao-Rincón\*, Alejandro Uribe-Escobar\*\*, Juan Sebastián Botero-Valencia\*\*\*, Mateo Mejía-Herrera\*\*\*\*

\* Residente en otorrinolaringología, Universidad de Cartagena; especialista en epidemiología, Universidad CES, grupo de investigación Vestibulum. Cartagena - Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9909-8567>

\*\* Especialista en otorrinolaringología, Universidad de Cartagena, grupo de investigación Vestibulum. Cartagena - Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8617-5279>

\*\*\* Grupo de investigación en sistemas de control y robótica, Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7720-8828>

\*\*\*\* Grupo de investigación en automática, electrónica y ciencias computacionales, Instituto Tecnológico Metropolitano. Medellín, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4074-906X>

Forma de citar: Henao-Rincón MA, Uribe-Escobar A, Botero-Valencia JS, Mejía-Herrera M. Impacto de la selección de dispositivos fotográficos en la perfilometría facial: estudio observacional transversal con análisis de inteligencia artificial para cirugía plástica. Acta otorrinolaringol. cir. cabeza cuello. 2025;53(4): 335 - 342. Doi: <https://doi.org/10.37076/acorl.v53i4.828>

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido: 17 de febrero de 2025

Evaluado: 07 de noviembre de 2025

Aceptado: 19 de noviembre de 2025

### Palabras clave (DeCS):

Inteligencia artificial, fotografía, automatización, medicina de precisión, precisión de la medición dimensional, distorsión de la percepción, cefalometría.

## RESUMEN

**Introducción:** la evaluación prequirúrgica en cirugía plástica facial experimentó un cambio significativo en las últimas décadas, especialmente con la fotografía bidimensional. Esta herramienta es crucial para documentar deformidades faciales, planificar intervenciones quirúrgicas y comunicar expectativas a los pacientes. Sin embargo, la selección del dispositivo adecuado es crucial para obtener resultados precisos y reproducibles. **Métodos:** se realizó un estudio observacional transversal en Medellín, Colombia, entre marzo y abril de 2024. Se utilizaron cinco dispositivos (dos cámaras digitales y tres teléfonos inteligentes), y se tomaron 20 fotografías con cada uno en vistas frontal, oblicua y lateral. La variable principal fue el error angular promedio

### Correspondencia:

María Alejandra Henao Rincón

Dirección: carrera 22 #28 - 88, barrio Manga, Cartagena (Bolívar), Colombia

E-mail: [Alejandra.henao.97@hotmail.com](mailto:Alejandra.henao.97@hotmail.com), [mhenaor1@unicartagena.edu.co](mailto:mhenaor1@unicartagena.edu.co)

Teléfono: +57 3113229207

(en grados) obtenido mediante comparación con patrón de calibración. Los teléfonos inteligentes presentaron un error medio de  $0,19 \pm 0,05^\circ$ , mientras que las cámaras digitales mostraron un error de  $0,31 \pm 0,08^\circ$ . **Resultados:** la precisión y reproducibilidad del método variaron según el dispositivo utilizado. Se observaron diferencias en errores promedio de medidas obtenidas, especialmente entre imágenes frontales y laterales. Los teléfonos inteligentes mostraron menores errores promedio que las cámaras digitales, tendencia observada en ambas vistas, sin aplicar inferencia estadística formal dada la naturaleza exploratoria del estudio. **Conclusiones:** la selección del dispositivo adecuado es crucial en evaluación prequirúrgica de rinoplastias. Aunque los teléfonos inteligentes ofrecen una alternativa viable a las cámaras digitales de alta resolución, es fundamental implementar procedimientos estandarizados de adquisición de imágenes y utilizar algoritmos de inteligencia artificial para garantizar resultados precisos y reproducibles. Su integración puede mejorar significativamente resultados estéticos y funcionales en cirugía plástica facial.

## ABSTRACT

### Key words (MeSH):

Artificial intelligence, photograph; automation, precision medicine, measurement accuracy, perceptual distortion.

**Introduction:** Preoperative assessment in facial plastic surgery has evolved significantly in recent decades, especially with the use of two-dimensional photography. This tool is essential for documenting facial deformities, planning surgical interventions such as rhinoplasty, and communicating expectations to patients. However, selecting the appropriate photographic device is critical for obtaining accurate and reproducible results. **Methods:** A cross-sectional study was conducted using different image capture devices, including high-resolution digital cameras and smartphones. Frontal photographs of a patient were taken with each device, maintaining standardized conditions of lighting and distance. Artificial intelligence techniques were employed for image analysis and estimation of relevant measures for rhinoplasty. **Results:** The results showed that the precision and reproducibility of the method varied depending on the photographic device used. Significant differences were observed in the average errors of the measurements obtained, especially between frontal and lateral images. Smartphones demonstrated lower errors overall. **Conclusion:** Selecting the appropriate photographic device is essential in the preoperative assessment of rhinoplasty. Although smartphones may offer a viable alternative to high-resolution digital cameras, it is critical to implement standardized procedures for image acquisition and use artificial intelligence algorithms to ensure accurate and reproducible results. The integration of these technologies has the potential to significantly improve aesthetic and functional outcomes in facial plastic surgery.

## Introducción

La cirugía plástica facial ha evolucionado de forma notable en las últimas décadas y, junto con ella, las técnicas de evaluación prequirúrgica han experimentado un cambio significativo. La fotografía bidimensional, en particular, ha surgido como una herramienta esencial en este proceso, ya que no solo permite documentar las deformidades faciales y el resultado de la cirugía plástica facial, sino que también desempeña un papel fundamental en la comprensión de la anatomía facial y en la planificación precisa de las intervenciones quirúrgicas como la rinoplastia (1, 2). En 1839, Gordon Buck utilizó fotografías pre y posquirúrgicas en la ciudad de Nueva York para demostrar el resultado de procedimientos quirúrgicos plásticos y reconstructivos (3). Un siglo después, durante el primer Congreso Internacional de Cirugía Plástica de 1955 en Estocolmo, Sir Harold

Gillies consideró la fotografía como uno de los avances más importantes en la cirugía plástica. La evaluación tanto pre como posquirúrgica (4) de la rinoplastia puede incluir medidas subjetivas, como escalas de calidad de vida, que puntúan no solo los síntomas obstructivos sino también el impacto estético de la forma nasal (1, 3). Por otro lado, la importancia de la fotografía en la cirugía plástica facial radica en su capacidad para proporcionar una representación visual objetiva de la morfología facial del paciente, desde la evaluación de asimetrías hasta la proyección de resultados posquirúrgicos de apariencia realista. Estas imágenes constituyen un componente integral en la toma de decisiones, tanto para el otorrinolaringólogo como para el cirujano plástico facial (5).

En este contexto, la selección del dispositivo fotográfico adecuado adquiere una relevancia esencial. Las fotografías prequirúrgicas estandarizadas de alta calidad

de la nariz son fundamentales para la planificación de la rinoplastia y también inciden directamente en la comunicación de expectativas al paciente, así como en la evaluación posquirúrgica comparativa y la publicación de estas en redes sociales. Para lograr fotografías reproducibles de alta calidad, es esencial estandarizar la iluminación, ubicar adecuadamente al paciente (6), mantener distancias constantes entre la cama y el sujeto. Sin embargo, a pesar de que los estándares fotográficos tradicionales han sido bien documentados en la literatura, la mayoría no aborda la fotografía digital para rinoplastia. Entre las variables de la fotografía digital que no están presentes en la fotografía de 35 mm se encuentran el color, el contraste de la imagen, las diferencias de distancia focal entre las cámaras, el efecto de la resolución, la perspectiva (una de las más importantes) e incluso el método de impresión. Todas estas variables pueden ser críticas para la imagen final (1, 7, 8).

En la actualidad, las cámaras digitales con alta resolución y múltiples funcionalidades han sido trasladadas a los celulares que se utilizan cotidianamente y que permiten tener resultados óptimos en fotografía sin comprar obturadores costosos ni ser profesionales en fotografía. Por este motivo, muchos cirujanos utilizan sus celulares para tomar fotografías en los períodos pre- y posquirúrgico de los procedimientos estéticos faciales, a pesar de que algunos autores desaconsejan esta práctica. Su preocupación se basa en que no utilizar los parámetros recomendados, como el tipo de lente, la distancia focal o la velocidad de apertura óptima, puede conllevar resultados indeseados (9, 10). Teniendo en cuenta la importancia de la fotografía en la cirugía plástica facial y el avance de la inteligencia artificial (IA) en la automatización de los procesos, el presente estudio se centra en el análisis comparativo del impacto de la selección de dispositivos fotográficos y de problemas asociados a la adquisición en la perfilometría facial. Mediante el uso de IA se exploran las diferencias entre varios tipos de cámaras en términos de resolución, precisión, fidelidad y distorsión de la imagen, con el objetivo de proporcionar información útil que pueda orientar la elección del dispositivo más adecuado para este procedimiento. Asimismo, se aborda la incertidumbre que surge debido a la ausencia de un proceso estandarizado de adquisición de imágenes. El objetivo principal fue comparar el error angular de las medidas perfilométricas entre distintos dispositivos fotográficos mediante un análisis basado en IA.

## Metodología

El presente estudio plantea un estudio de corte transversal realizado en la ciudad de Medellín (Colombia) entre los meses de marzo y abril de 2024. Se reclutó a una paciente, quien fue seleccionada por conveniencia y otorgó su consentimiento para este estudio, mayor de 18 años y sin cirugía nasal previa. Se seleccionaron diferentes dispositivos de captura de imágenes, incluyendo cámaras digitales de alta resolución (Canon T5i y Nikon D3300) y teléfo-

nos inteligentes con capacidades fotográficas avanzadas (iPhone 6, 8 y 13 pro). Con cada fotografía se registraron metadatos EXIF: distancia focal, apertura, ISO, HDR, estabilización y software utilizado. Se capturaron fotografías frontales y laterales de la paciente con cada dispositivo, utilizando la misma fuente de luz, la misma distancia (1 metro desde el dispositivo hasta la paciente) y altura (con un trípode inmóvil donde se fijó cada dispositivo). Cada imagen capturada fue sometida a un proceso de análisis mediante técnicas de IA. Se emplearon algoritmos específicamente diseñados para la detección de marcadores faciales y, posteriormente, se aplicaron métodos geométricos con base en las coordenadas obtenidas de forma automática para calcular las medidas correspondientes. La exposición fue el tipo de dispositivo empleado y el desenlace principal correspondió al error angular ( $^{\circ}$ ) de los ángulos NF y NM.

Para garantizar la consistencia en la posición y la iluminación durante la captura de imágenes, se siguieron procedimientos estandarizados. En este contexto, se utilizó un patrón reticular para observar y estimar las deformaciones producidas por las cámaras y los cambios de perspectiva.

Sesgos: riesgo de selección (N=1), sesgo de medición por distorsión óptica, sesgo algorítmico asociado al modelo de IA.

## Marcos de trabajo usados

La metodología se basa en el uso de las herramientas Face Alignment o MediaPipe, las cuales son marcos de trabajo de código abierto que proporcionan soluciones de aprendizaje automático para la detección y el seguimiento de puntos de referencia faciales. MediaPipe se utiliza para detectar y rastrear 478 puntos de referencia faciales en una imagen. Por otro lado, Face Alignment es una librería que permite la detección y posicionamiento facial dentro de imágenes o videos, para la obtención de puntos de interés en el rostro humano. Estos puntos de referencia se utilizan para generar una proyección 3D del rostro, lo que permite determinar la profundidad de cada punto y estimar así los ángulos necesarios para el análisis perfilométrico. En este artículo se presenta una metodología que permite establecer diferentes ángulos de interés en rinoplastia, como el ángulo naso-frontal (NF) y el ángulo naso-mental (NM), a partir de fotografías RGB (Red, Green, Blue) del paciente, desde una proyección frontal y lateral (**Figura 1**), utilizando cálculos trigonométricos y algoritmos de IA aplicados a cada una de las fotografías.

El código es desarrollado en el lenguaje programación de alto nivel Python, el cual cuenta con una alta compatibilidad en diferentes sistemas, lo que facilita el despliegue de este en diferentes dispositivos. El sistema realiza el cálculo de los ángulos NF y NM con la ayuda del marco Media Pipe, el cual también es de código abierto y ha sido desarrollado por Google para el desarrollo de diferentes tareas



Figura 1. Ejemplo de las fotografías, frontal (izquierda) y lateral (derecha). Fotos autorizadas. Imágenes de la paciente obtenidas con permiso.

de aprendizaje automático. Estos marcos de trabajo integran un conjunto de técnicas de identificación de diversos patrones. En este caso, se utilizaron las herramientas MediaPipe Face Detection y MediaPipe Face Landmarks que permiten la creación de la imagen en 3D, como se describió anteriormente. Para aumentar la precisión en los puntos de referencia faciales y obtener una imagen tridimensional más confiable, se utilizó la librería Face-Alignment de Pytorch la cual utiliza un modelo conocido como Face Alignment Network (FAN, por sus siglas en inglés) y también permite detectar puntos de interés dentro de imágenes del rostro de una persona. Este modelo proporciona un conjunto de 68 puntos de interés tridimensionales de un rostro, lo que permite la reconstrucción virtual de la geometría facial presente en las imágenes, para su análisis y medición. Este modelo ha sido probado con aproximadamente 230.000 imágenes de rostros humanos en diferentes poses, estando cercana a la saturación de las bases de datos disponibles.

Es importante señalar que el algoritmo incluye una etapa de ajuste de la resolución, en la cual las imágenes se escalan a una resolución predeterminada de  $1024 \times 768$  píxeles, manteniendo su proporción original y evitando deformaciones. Esto garantiza que el algoritmo detecte con mayor precisión los rostros presentes en las imágenes y, a su vez, permite capturar la información necesaria para el proceso de análisis y cálculo de los ángulos, con sistemas de bajo costo y automatizados. Posterior al ajuste de resolución, el algoritmo ejecuta una etapa de detección de rostros usando el MediaPipe Face Detector, el cual alcanza una precisión del 98,6% en bases de datos con diversidad geográfica y el FAN previamente mencionado. Aunque el algoritmo tiene la capacidad de reconocer múltiples rostros dentro de una misma imagen, para la aplicación actual se

configura la detección de un único rostro por imagen, garantizando un correcto funcionamiento.

El rostro detectado se recorta de la imagen original con el ajuste de resolución y posteriormente se procesa con ayuda de los algoritmos de inteligencia artificial de MediaPipe Face Landmark para identificar los 478 puntos de interés dentro del rostro, como se muestra en la **Figura 2**.

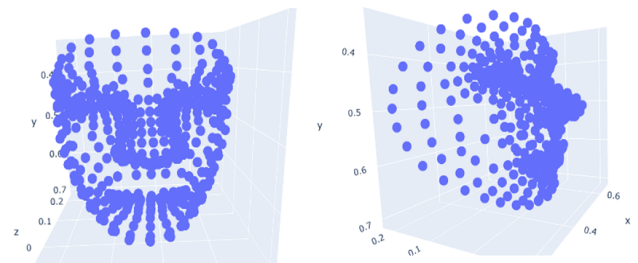


Figura 2. Modelo 3D usando 478 puntos de interés generados mediante Face Landmark detection. Figura propiedad de los autores.

Dentro de esta nube de puntos se establece el índice de 3 puntos en particular. La glabella, la punta nasal y el pogonion, los cuales corresponden a las posiciones 9, 4 y 175 dentro de la matriz de nube de puntos. Dado que estos índices no varían en los diferentes rostros que se puedan analizar y que cada punto tiene las coordenadas cartesianas tridimensionales que lo posicionan, es posible utilizar estas posiciones para realizar el cálculo automatizado de los ángulos y compararlos entre las diferentes imágenes tomadas con las diferentes cámaras (**Figura 3**).

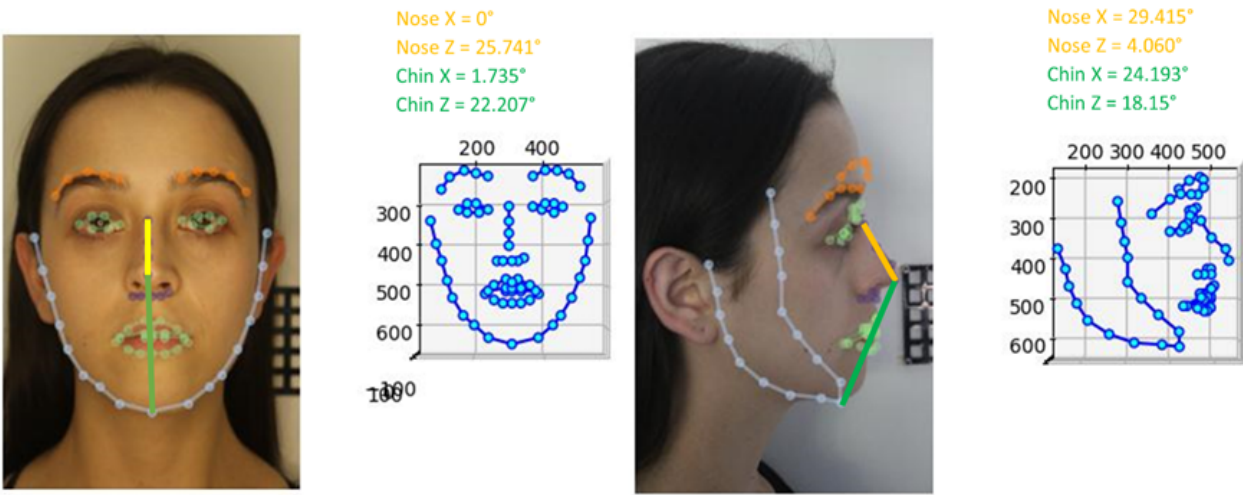


Figura 3. Ángulos resultantes de la NF en amarillo y NM en verde. Imágenes frontal (derecha) y lateral (izquierda). Fotos autorizadas. Figuras propiedad de los autores.

Resultados

Con el fin de establecer la precisión y repetibilidad del método, se tomaron muestras de un mismo paciente utilizando diferentes cámaras para simular diferentes condiciones de captura en dos perspectivas: frontal y lateral. Debido a que la nube de puntos que arroja el sistema es tridimensional, es

posible calcular diferentes ángulos desde una misma perspectiva. Por este motivo, se calcularon los ángulos XY y ZY NM y NF desde ambas perspectivas de cada imagen, utilizando la nube de puntos y trigonometría. Los resultados fueron tabulados (Tabla 1) para el cálculo del error relativo absoluto (E), calculado mediante la siguiente ecuación (1).

$$Error\ Relativo\ Absoluto = \frac{(|\acute{A}ngulo\ Calculado - \acute{A}ngulo\ Patr\acute{o}n\ reticular\ Calibrado|)}{(|\acute{A}ngulo\ Patr\acute{o}n\ reticular\ Calibrado|)}$$

Tabla 1. Ángulos resultantes de la metodología utilizada y los errores asociados										
Archivo	Nariz X	Nariz Z	Mentón X	Mentón Z	E NarizX	E Nariz Z	E Mentón X	E Mentón Z	Magnitud Vectorial E Nariz	Magnitud Vectorial E Mentón
	0	25,74	1,74	22,21	1	0,06	0,02	0,08	1,00	0,06
CanonF2.JPG	4,71	24,21	1,71	24,04	0	0	0	0	0,00	0,00
CanonF3.JPG	0	19,24	3,98	29,02	1	0,21	1,33	0,21	1,02	1,35
NikonF1.JPG	0	24,08	4,16	24,13	1	0,01	1,43	0	1,00	1,43
NikonF2.JPG	4,13	24,46	3,95	25,4	0,12	0,01	1,31	0,06	0,12	1,31
Iphone13pF3.JPG	4,24	14,53	4,09	32,43	0,1	0,4	1,39	0,35	0,41	1,45
Iphone6F1.JPG	0	24,25	3,75	22,34	1	0	1,19	0,07	1,00	1,19
Iphone8pF1.jpg	3,62	14,41	4,06	30,89	0,23	0,4	1,37	0,29	0,46	1,43
Iphone8pF2.jpg	4,46	16,02	4,09	32,04	0,05	0,34	1,39	0,33	0,34	1,43
Iphone13pF1.jpg	0	10,66	3,81	33,4	1	0,56	1,23	0,39	1,15	1,35
Iphone13pF2.jpg	3,76	22,1	1,96	23,79	0,2	0,09	0,15	0,01	0,22	0,17
CanonS1.JPG	29,42	4,06	24,19	18,16	0	0	0	0	0,00	0,00
NikonS1.JPG	28,52	4,95	31,1	14,79	0,03	0,22	0,29	0,19	0,22	0,36
Iphone6S1.JPG	31,87	0,97	29,45	10,68	0,08	0,76	0,22	0,41	0,76	0,79
Iphone6S2.JPG	31,87	0,99	28,14	12,4	0,08	0,76	0,16	0,32	0,76	0,78
Iphone8pS1.jpg	29,93	5,12	28,02	18,12	0,02	0,26	0,16	0	0,26	0,31

Iphone8pS2.jpg	28,16	5,58	28,05	18,06	0,04	0,37	0,16	0,01	0,37	0,40
Error Promedio F					0,52	0,19	0,98	0,16	0,55	1,00
Error Promedio S					0,04	0,39	0,16	0,15	0,39	0,42
DE F (°)	2,19	5,24	1,03	4,35						
DE S (°)	1,61	2,10	2,28	3,28						

Archivo	Nariz X	Nariz Z	Mentón X	Mentón Z	E Nariz X	E Nariz Z	E Mentón X	E Mentón Z
CanonF1.JPG	0,00	25,74	1,74	22,21	1,00	0,06	0,02	0,08
CanonF2.JPG	4,71	24,21	1,71	24,04	0,00	0,00	0,00	0,00
CanonF3.JPG	0,00	19,24	3,98	29,02	1,00	0,21	1,33	0,21
NikonF1.JPG	0,00	24,08	4,16	24,13	1,00	0,01	1,43	0,00
NikonF2.JPG	4,13	24,46	3,95	25,40	0,12	0,01	1,31	0,06
Iphone13pF3.JPG	4,24	14,53	4,09	32,43	0,10	0,40	1,39	0,35
Iphone6F1.JPG	0,00	24,25	3,75	22,34	1,00	0,00	1,19	0,07
Iphone8pF1.jpg	3,62	14,41	4,06	30,89	0,23	0,40	1,37	0,29
Iphone8pF2.jpg	4,46	16,02	4,09	32,04	0,05	0,34	1,39	0,33
Iphone13pF1.jpg	0,00	10,66	3,81	33,40	1,00	0,56	1,23	0,39
Iphone13pF2.jpg	3,76	22,10	1,96	23,79	0,20	0,09	0,15	0,01
CanonS1.JPG	29,42	4,06	24,19	18,16	0,00	0,00	0,00	0,00
NikonS1.JPG	28,52	4,95	31,10	14,79	0,03	0,22	0,29	0,19
Iphone6S1.JPG	31,87	0,97	29,45	10,68	0,08	0,76	0,22	0,41
Iphone6S2.JPG	31,87	0,99	28,14	12,40	0,08	0,76	0,16	0,32
Iphone8pS1.jpg	29,93	5,12	28,02	18,12	0,02	0,26	0,16	0,00
Iphone8pS2.jpg	28,16	5,58	28,05	18,06	0,04	0,37	0,16	0,01
Error promedio F					0,52	0,19	0,98	0,16
Error promedio S					0,04	0,39	0,16	0,15

«E» corresponde al error absoluto angular en grados (°). El valor de referencia fue el ángulo obtenido mediante el patrón reticular calibrado. F = frontal y S = lateral; las unidades del error son adimensionales. Tabla elaborada por los autores.

La **Tabla 1** se puede dividir en dos secciones: imágenes frontales las cuales se marcan en negro, e imágenes laterales marcadas en naranja. Los valores de referencia para el cálculo del error se encuentran sombreados en azul claro. Los resultados muestran que la perspectiva desde la cual se realiza el estudio influye en gran medida en la precisión del sistema. Por ejemplo, las imágenes laterales tienen un menor error para el cálculo de los ángulos XY con valores promedio que van del 4% hasta el 15%, mientras que las imágenes frontales tienen una mejor precisión para el cálculo de los ángulos ZY mostrando errores promedio que van desde el 16% hasta el 19%.

Es importante resaltar que aun utilizando 2 cámaras digitales de alta resolución con la misma configuración, color de fondo, aro de luz y distancia entre obturador y objetivo, se presentan diferencias importantes en los resultados de las diferentes proyecciones, como se evidencia en la **Tabla 1**. Esto implica que, para obtener resultados más consistentes, la estandarización de la fotografía debe basarse en la cámara y no tanto en su configuración.

## Discusión

La rinoplastia es una de las cirugías plásticas más desafiantes porque carece de un estándar uniforme para el diseño o implementación prequirúrgica (10). En el intento de estandarizar la planeación prequirúrgica, algunos autores han realizado recomendaciones sobre el obturador ideal, el color del fondo de la imagen, la luz apropiada y, con respecto a la configuración de la cámara, se han realizado recomendaciones para estandarizar la toma de la imagen en aras de obtener mejores resultados quirúrgicos (7).

En rinoplastia es esencial tomar fotografías estandarizadas y reproducibles para obtener imágenes de alta calidad y demostrar claramente la anatomía nasal externa, con el objetivo de tener una documentación pre y posquirúrgica. La medición y evaluación de los ángulos y rasgos faciales es fundamental para la planificación quirúrgica, el análisis de resultados mediante la comparación posquirúrgica, y para discutir con el paciente las expectativas reales y contar con el referente durante el procedimiento quirúrgico (7, 11, 12).

La fotografía digital ha solucionado múltiples problemas de la fotografía clásica de 35 mm, pero han surgido diferentes variables que se deben controlar para lograr imágenes reproducibles, útiles y de alta calidad. Numerosos factores, como el tipo de cámara, la distancia focal del

lente, la resolución y el posicionamiento, pueden afectar el color y el contraste de las imágenes; además, el método de presentación o impresión de la imagen también pueden influir (7, 13).

El presente estudio destaca la importancia de seleccionar adecuadamente los dispositivos fotográficos utilizados en la evaluación prequirúrgica de rinoplastia, ya que las mediciones obtenidas mediante perfilometría influyen en la toma de decisiones quirúrgicas. Para este propósito, se recomiendan lentes de alta calidad que eviten la distorsión y proporcionen una representación fiel de todo el rostro, específicamente aquellos con longitudes focales entre 90 y 105 mm, conocidos como lentes de retrato. En contraste, los lentes más pequeños pueden generar distorsiones faciales y, por lo tanto, deben evitarse. A pesar de estas recomendaciones, muchos cirujanos prefieren fotografiar con el dispositivo al que tengan rápido acceso en el momento de la valoración del paciente; sin embargo, elementos cruciales, como la luz, angulación, altura y ubicación del dispositivo en el momento de realizar el estudio preoperatorio se deben tener en cuenta, ya que pueden tener efectos dramáticos en la imagen, incluso podrían simular el resultado postoperatorio (7).

El sistema de luz ideal para la fotografía en rinoplastia debe mostrar los aspectos de la anatomía nasal, sin sombras en la cara ni en el fondo. En el caso analizado en este estudio, se utilizó la misma fuente de luz, a la misma distancia de la paciente y con la misma altura para la toma de las fotografías, controlando errores frecuentes y siguiendo las recomendaciones citadas en la literatura (2, 6).

El uso de herramientas de IA, como *MediaPipe* y *Face-Alignment*, ha permitido una evaluación objetiva y reproducible de las imágenes faciales, con la capacidad de detectar y rastrear puntos de referencia con alta precisión. La combinación de estas técnicas y algoritmos ha facilitado la estimación de medidas relevantes para la rinoplastia, como los ángulos naso-frontal (NF) y naso-mental (NM), proporcionando una evaluación detallada de la morfología facial (1, 14).

La utilización de IA llevada a cabo en este estudio permitió explorar las diferencias entre varios tipos de cámaras en términos de resolución, precisión, fidelidad y distorsión de la imagen (15). Los resultados obtenidos muestran que la precisión y reproducibilidad del método varían según el dispositivo fotográfico utilizado. Se observa que los errores promedio en las medidas obtenidas son mayores en las imágenes frontales que en las laterales. Este hallazgo puede atribuirse a la mayor complejidad de las medidas frontales debido a la presencia de más estructuras faciales y la necesidad de capturar detalles más sutiles, lo que puede ser más susceptible a la variabilidad entre dispositivos (16).

El análisis comparativo de los errores realizado en el presente estudio revela que las imágenes capturadas con teléfonos inteligentes presentan menores errores en general, tanto en perspectiva frontal como lateral, en comparación con las cámaras digitales de alta resolución. Este resultado puede atribuirse a la optimización de los algoritmos de

procesamiento de imágenes en los dispositivos móviles, así como a la uniformidad en las condiciones de captura que ofrecen, como la corrección automática de iluminación y enfoque. Es importante destacar que, a pesar de la conveniencia y accesibilidad de los teléfonos inteligentes para la captura de imágenes, algunos autores han expresado preocupaciones sobre la falta de cumplimiento de parámetros óptimos de fotografía, lo que podría conducir a resultados indeseados (16).

Los resultados de este estudio sugieren que, si se establecen procedimientos estandarizados de adquisición de imágenes y se utilizan algoritmos de IA para su análisis, los teléfonos inteligentes pueden ser una herramienta confiable y precisa en la evaluación facial en el contexto de la rinoplastia. La principal limitación es el tamaño de la muestra (N=1), y existe variabilidad óptica residual entre dispositivos, lo que puede restringir la generalización de los resultados y plantea la necesidad de una validación adicional del método en una muestra más amplia y diversa para estudios futuros, con el fin de confirmar la precisión y aplicabilidad clínica de los hallazgos.

---

## Conclusiones

Este estudio resalta la importancia crítica de la selección del dispositivo fotográfico adecuado en la evaluación pre- y posquirúrgica de rinoplastia. Mediante el uso de técnicas de IA, se han analizado las diferencias entre diversos dispositivos en términos de resolución, precisión y fidelidad de imagen. Los resultados sugieren que, si bien los teléfonos inteligentes pueden ofrecer una alternativa viable a las cámaras digitales de alta resolución, es crucial implementar procedimientos estandarizados de adquisición de imágenes y utilizar algoritmos de IA para garantizar resultados precisos y reproducibles, teniendo en cuenta que los hallazgos representan un análisis exploratorio preliminar que requiere validación en muestras más amplias.

El uso de herramientas de IA, como *MediaPipe* y *Face-Alignment*, ha permitido una evaluación objetiva de la morfología facial, proporcionando información valiosa para la planificación quirúrgica y el seguimiento posquirúrgico. Sin embargo, se necesitan investigaciones adicionales para validar estos hallazgos en una muestra más amplia y diversa de pacientes.

En última instancia, la integración de tecnologías emergentes en la práctica clínica, junto con la implementación de estándares de calidad y precisión, tiene el potencial de mejorar significativamente los resultados estéticos y funcionales de los pacientes sometidos a rinoplastia y otras intervenciones de cirugía plástica facial.

---

## Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad de Cartagena y al Instituto Tecnológico Metropolitano por el apoyo en el desarrollo del presente proyecto.

## Financiación

Este trabajo fue patrocinado parcialmente por el grupo Sistemas de Control y Robótica (GSCR) con identificación COL0123701, adscrito al Instituto Tecnológico Metropolitano.

## Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los autores declaran los siguientes intereses financieros/ relaciones personales que pueden considerarse como posibles intereses en competencia: las fuentes de financiamiento están relacionadas con la afiliación de los autores: Universidad de Cartagena (Cartagena, Colombia), Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Colombia).

## Declaración de autoría

Declaramos que este trabajo de investigación es original, fueron citadas las fuentes correspondientes y hemos respetado las disposiciones legales y éticas durante su ejecución.

## Consideraciones éticas

Este proyecto tuvo en cuenta las normas éticas internacionales frente a la autoría y derechos de autor, como también los criterios para la investigación con seres humanos. En cuanto a las consideraciones éticas, se siguieron las disposiciones de la Declaración de Helsinki y de la Asociación Médica Mundial. Además, siguiendo la normatividad colombiana, se obtuvo el consentimiento informado para la recolección y el manejo de los datos requeridos, previo al inicio del presente estudio de investigación.

## REFERENCIAS

- Pham AM, Tollefson TT. Objective Facial Photograph Analysis Using Imaging Software. *Facial Plast Surg Clin N Am*. 2010;18(2):341-349. doi: 10.1016/j.fsc.2010.01.010
- Tasman AJ. Rhinoplasty Photography: Lighting from Above Improves Visualization of Deviations and Irregularities. *Facial Plast Surg Aesthetic Med*. 2021;23(2):126-131. doi: 10.1089/fpsam.2020.0169
- Rogers BO. The first pre- and post-operative photographs of plastic and reconstructive surgery: Contributions of Gurdon Buck (1807–1877). *Aesthetic Plast Surg*. 1991;15(1):19-33. doi: 10.1007/BF02273830
- Lisiecki JL, Gilman RH. Traditional Anthropometrics versus Computerized Photograph Manipulation in Rhinoplasty Planning. *Aesthetic Plast Surg*. 2022;46(1):338-341. doi: 10.1007/s00266-021-02563-2
- Papel ID, editor. Foreword. En: *Facial Plastic and Reconstructive Surgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009.
- Sommer DD, Mendelsohn M. Pitfalls of Nonstandardized Photography in Facial Plastic Surgery Patients. *Plast Reconstr Surg*. 2004;114(1):10-14. doi: 10.1097/01.prs.0000127791.31526.e2
- Galdino GM, DaSilva And D, Gunter JP. Digital photography for rhinoplasty. *Plast Reconstr Surg*. 2002;109(4):1421-1434. doi: 10.1097/00006534-200204010-00035
- Mattison RC. Facial video image processing: standard facial image capturing, software modification, development of a surgical plan, and comparison of presurgical and postsurgical results. *Ann Plast Surg*. 1992;29(5):385-9. doi: 10.1097/00006537-199211000-00001
- Photography for the aesthetic surgeon. En: *Essentials of Aesthetic Surgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2018. p. 21-32.
- Çakır B, Saban Y, Daniel R, Palhazi P. Preservation Rhinoplasty. *The PMFA Journal*. 2020;7(2):1-2.
- Chisholm E, Jallali N. Rhinoplasty and Septorhinoplasty Outcome Evaluation. *Ear Nose Throat J*. 2012;91(3):E10-E14. doi: 10.1177/014556131209100315
- Wolfe EM, Najera-Sweeney G, Berman ZP, et al. Establishing Photographic Standards for Facial Transplantation: A Systematic Review of the Literature. *Plast Reconstr Surg - Glob Open*. 2020;8(5):e2834. doi: 10.1097/GOX.0000000000002834
- Weissler JM, Stern CS, Schreiber JE, Amirlak B, Tepper OM. The Evolution of Photography and Three-Dimensional Imaging in Plastic Surgery. *Plast Reconstr Surg*. 2017;139(3):761-769. doi: 10.1097/PRS.0000000000003146
- Tollefson TT, Sykes JM. Computer Imaging Software for Profile Photograph Analysis. *Arch Facial Plast Surg*. 2007;9(2):113-119. doi: 10.1001/archfaci.9.2.113
- Goodyear K, Saffari PS, Esfandiari M, Baugh S, Rootman DB, Karlin JN. Estimating apparent age using artificial intelligence: Quantifying the effect of blepharoplasty. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2023;85:336-343. doi: 10.1016/j.bjps.2023.07.017
- Stroomeer, Vuyk, Wielinga. The effects of computer simulated facial plastic surgery on social perception by others. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1998;23(2):141-147. doi: 10.1046/j.1365-2273.1998.00114.x