



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN Y ASTIGMATISMO  
POSTOPERATORIO  
HOSPITAL ALBERTO SABOGAL SOLOGUREN 2018-2019**

**PRESENTADA POR  
LUCÍA MARIEL TUME JARA**

**ASESOR  
MGTR. DORIS MEDINA ESCOBAR**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PARA OPTAR EL EL TITULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN  
OFTALMOLOGÍA**

**LIMA – PERÚ  
2019**



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada**  
**CC BY-NC-ND**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
SECCIÓN DE POSGRADO**

**TÉCNICA DE FACOEMULSIFICACIÓN Y ASTIGMATISMO  
POSTOPERATORIO  
HOSPITAL ALBERTO SABOGAL SOLOGUREN 2018-2019**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OPTAR**

**EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGÍA**

**PRESENTADO POR  
LUCÍA MARIEL TUME JARA**

**ASESORA  
MGTR. DORIS MEDINA ESCOBAR**

**LIMA, PERÚ  
2019**

## ÍNDICE

|  | <b>Págs.</b> |
|--|--------------|
| <b>Portada</b>                                       | i            |
| <b>Índice</b>  | ii           |
| <br>   |              |
| <b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>        | 1            |
| 1.1 Descripción del problema                         | 3            |
| 1.2 Formulación del problema                         | 5            |
| 1.3 Objetivos  | 5            |
| 1.4 Justificación                                    | 7            |
| 1.5 Viabilidad y factibilidad                        | 8            |
| <br>   |              |
| <b>CAPÍTULO II: MARCOTEÓRICO</b>                     |              |
| 2.1 Antecedentes                                     | 9            |
| 2.2 Bases teóricas                                   | 23           |
| 2.3 Definiciones de términos básicos                 | 39           |
| <br>   |              |
| <b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>           |              |
| 3.1 Formulación de la hipótesis                      | 42           |
| 3.2 Variables y su operacionalización                | 43           |
| <br>   |              |
| <b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>                      |              |
| 4.1 Tipos y diseño                                   | 45           |
| 4.2 Diseño muestral                                  | 45           |
| 4.3 Técnicas y procedimiento de recolección de datos | 46           |
| 4.4 Procesamiento y análisis de datos                | 49           |
| 4.5 Aspectos éticos                                  | 49           |
| <br>   |              |
| <b>CRONOGRAMA</b>                                    | 50           |
| <br>   |              |
| <b>PRESUPUESTO</b>                                   | 51           |
| <br>   |              |
| <b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>                        | 52           |
| <br>   |              |
| <b>ANEXOS</b>  |              |
| 1. Matriz de consistencia                            |              |
| 2. Instrumento de recolección de datos               |              |

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

El astigmatismo inducido es un problema que ha acompañado históricamente a la cirugía de la catarata desde sus inicios. Donders, en 1864, fue el primer autor en informar que una consecuencia no deseable en la cirugía de catarata es la alteración en la curvatura corneal.

El astigmatismo es un defecto refractivo en el cual el radio de curvatura de alguna de las superficies refractivas del ojo no es uniforme, y puede estar presente desde el nacimiento o ser consecuencia de alguna enfermedad de la córnea o de alguna cirugía ocular realizada sobre esta estructura.

El astigmatismo postquirúrgico es la complicación más frecuente en la cirugía de catarata, y es un factor muy importante en la determinación de la agudeza visual postoperatoria. El control de los cambios iatrogénicos del astigmatismo postquirúrgico es el reto del cirujano de cataratas. Existen factores relevantes que contribuyen en su desarrollo como el tamaño de la incisión, la localización, la forma y distancia del limbo, el tipo de lente intraocular, la técnica propiamente dicha y los materiales usados para el cierre de la incisión.

Asimismo, las incisiones corneales que se realizan en la cirugía de catarata pueden generar variaciones en el astigmatismo corneal preexistente. Las incisiones periféricas y pequeñas en la córnea, inducen menor astigmatismo a comparación de las que se encuentran más cercanas al ápex corneal. Además, emplear incisiones de gran tamaño y que en la mayoría de casos requieren suturas por su dimensión, origina un mayor astigmatismo; el cual puede disminuir conforme las suturas se vayan relajando, disuelvan o se retiren.

Con el paso del tiempo se han alcanzado avances tecnológicos en las cirugías de catarata, lo cual incrementa su seguridad y hace que la recuperación visual sea

significativa al complementar la cirugía con un implante de lente intraocular. La llegada de la cirugía de catarata de pequeña incisión y de la técnica de facoemulsificación provocó la búsqueda de dos objetivos en la cirugía de catarata: minimizar el astigmatismo inducido y lograr una rápida recuperación visual.

El astigmatismo postquirúrgico es uno de los problemas que los oftalmólogos tratan de evitar, en la actualidad, para obtener mayor satisfacción en el paciente, debido a que la expectativa visual incrementa cada vez más. Es por ello que los cirujanos oftalmólogos han optado por perfeccionar la técnica de facoemulsificación, considerada como el procedimiento ideal en la mayoría de los casos. Este defecto debe disminuir con la evolución tecnológica en el transcurso de los años, de lo contrario esto generaría una gran afeción en la agudeza visual y en el estado refractivo final del paciente, y de esa manera repercutir en su salud ocular.

No obstante, a pesar de los múltiples beneficios de la facoemulsificación, la constante evolución científica y teniendo en cuenta el uso más frecuente de esta técnica en el medio; no existe suficiente evidencia e información acerca del astigmatismo inducido en pacientes operados por dicha técnica, motivo por el cual se decidió realizar esta investigación.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuál es la relación entre la técnica de facoemulsificación y el astigmatismo postquirúrgico en el Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2018-2019?

## **1.3 Objetivos**

### **a) Objetivo general**

Establecer la relación entre la técnica de facoemulsificación y el astigmatismo postquirúrgico en el Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2018-2019.

## **b) Objetivos específicos**

Identificar el grado de variación de la agudeza visual en postoperados de cirugía de catarata mediante la técnica de facoemulsificación.

Determinar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según tipo de incisión (córnea clara o limbar)

Determinar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según localización de la incisión (superior, oblicuo o temporal)

Precisar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según grosor corneal.

Establecer el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según características sociodemográficas.

## **1.4 Justificación**

La presente investigación es un estudio relevante, pues la gran expectativa visual de los pacientes sometidos a cirugía de catarata incrementa cada vez más. Décadas atrás, los cirujanos oftalmólogos han intentado inducir el menor astigmatismo posible durante la cirugía de catarata. Asimismo, se evidencia que ha cambiado la perspectiva del oftalmólogo, ya que hace algunos años existía tolerancia con astigmatismos que se corregían con gafas. Sin embargo, en la actualidad, el objetivo es evitar la presencia de astigmatismo tras la cirugía para beneficio del paciente.

El hospital Alberto Sabogal Sologuren no ha presentado ningún estudio sobre el astigmatismo inducido en pacientes postoperados de catarata por técnica de facoemulsificación en los últimos años. El elevado número de pacientes sometidos a cirugía de catarata programados por consultorio externo, en este hospital, es mayor en comparación a otros del mismo nivel de atención. Es por ello que se podría desarrollar el estudio en esta institución y, de esa manera, se obtendría información valiosa para futuras investigaciones de diseños más complejos.

Por otro lado, se considera de gran importancia el conocimiento de las distintas incisiones que se pueden realizar en la facoemulsificación y la forma de cómo influyen en el grado astigmatismo corneal. Esto permitirá elaborar una adecuada planificación de la cirugía, seleccionar las técnicas para corrección del astigmatismo e identificar patrones patológicos sobre los cuales establecer la posibilidad de plantear o no un abordaje refractivo del caso.

Esta investigación permitirá comparar el grado de astigmatismo inducido que producen las incisiones corneales según su localización y poder evaluar la eficacia, basada en el defecto refractivo secundario al tipo de incisión utilizada. Y, de esa manera poder perfeccionar la técnica quirúrgica en nuestro medio para beneficio y satisfacción del paciente.

### **1.5 Viabilidad y factibilidad**

El presente estudio es viable, pues la institución donde se tomará la muestra ha autorizado la ejecución del presente proyecto.

El instrumento, para obtener la información se podrá utilizar sin restricción alguna, ya que se cuenta con el permiso del jefe de servicio.

Asimismo, este estudio es factible, ya que se cuenta con los recursos económicos y humanos que garantizan el desarrollo de la investigación sin dificultades.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

En un estudio realizado en China desde agosto del 2016 a setiembre 2017, en la Universidad de Nantong, de tipo analítico y diseño cohorte prospectivo se incluyó como población a pacientes con catarata que fueron intervenidos con técnica de facoemulsificación coaxial a una y dos manos, los cuales fueron separados en dos grupos (a una mano y a dos manos). La investigación determinó que el astigmatismo postquirúrgico en la superficie corneal anterior no tuvo diferencia significativa entre ambos grupos. Asimismo, se encontró diferencia estadísticamente significativa en ambos grupos en relación al astigmatismo postquirúrgico en la superficie corneal posterior a la semana de postoperados ( $P = 0,043$ ) y concluyó que la técnica de facoemulsificación coaxial a una mano reduce el trauma corneal (1).

Un ensayo clínico aleatorizado prospectivo acerca de cambios en la córnea después de la cirugía de catarata, elaborado en noviembre del 2016 en un hospital de Japón, tuvo como población los ojos izquierdos de 100 pacientes operados de catarata por facoemulsificación. Además, de forma aleatoria se dividió a los pacientes que serían sometidos a incisión corneal clara nasal y temporal. El ensayo determinó que la media del astigmatismo postquirúrgico fue significativamente mayor en el grupo de pacientes con incisión corneal clara nasal a los dos días y dos semanas de postoperados ( $P \leq 0.0214$ ). A la vez, informó que los valores medios de J0 y J45 de la córnea total fueron mayores significativamente en los pacientes con incisión corneal clara nasal a las dos y cuatro semanas de post operados ( $p \leq 0.0392$ ). Este estudio concluye que la forma corneal y los cambios astigmáticos con mayores después de realizarse la incisión corneal clara nasal en los periodos postoperatorios tempranos (2).

Un estudio prospectivo, aleatorizado realizado en China, publicado en el 2018, tuvo como población a noventa pacientes que fueron intervenidos de facoemulsificación. Esta investigación comparó la eficacia quirúrgica de tres incisiones para facoemulsificación, las cuales fueron de diferente longitud; e informó que el astigmatismo corneal inducido por la cirugía tuvo diferencias significativas en los tres grupos ( $P < 0.05$ ), las cuales disminuyeron con el tiempo. La conclusión fue que la microincisión de 1,8 mm puede llevar a un astigmatismo más estable a comparación de las otras incisiones (3).

Una serie de casos prospectiva sobre cambios en la forma y astigmatismo de la córnea después de cirugía de catarata en Japón, desarrollada en noviembre del 2015 en Hayashi Eye Hospital incluyó como población a 120 pacientes postoperados de facoemulsificación con incisión temporal, los cuales fueron aleatorizados para que se les realice una incisión larga o corta. Este estudio determinó que los valores medios de J0 y J45 de la córnea total fueron significativamente mayores en los pacientes que fueron sometidos a incisión corneal clara temporal larga a comparación de la corta ( $P=0.0290$ ) (4).

En una investigación sobre astigmatismo inducido quirúrgicamente después de facoemulsificación, hecha en un centro de atención terciaria en la India desde setiembre del 2012 hasta agosto del 2014, con diseño ensayo controlado, aleatorizado, comparativo y prospectivo tuvo como población a 261 pacientes que fueron intervenidos de facoemulsificación. Estos fueron divididos en 2 grupos, los cuales fueron sometidos a incisión corneal clara de abordaje temporal y superior. En este artículo se evidenció que la incisión corneal clara temporal origina menor astigmatismo postquirúrgico a comparación de la incisión superior (5).

Un estudio observacional retrospectivo elaborado en un Hospital de Grecia desde febrero del 2011 hasta octubre de 2013 que compara el astigmatismo postquirúrgico entre diferentes cirujanos, incluyó a 270 pacientes que fueron sometidos a facoemulsificación por 4 cirujanos diferentes que realizan la misma incisión. Esta

investigación concluyó que no existe diferencia significativa en el astigmatismo inducido por la cirugía en el primer y sexto mes postoperatorio entre diferentes cirujanos. Asimismo, refiere que el astigmatismo postquirúrgico depende sobretudo de las características de la incisión y del astigmatismo preoperatorio que del cirujano (6).

Una investigación realizada en Japón sobre la influencia del astigmatismo corneal posterior en el astigmatismo postquirúrgico, desde noviembre del 2012 a marzo del 2013, tuvo como población a 64 ojos de 50 pacientes que fueron intervenidos de facoemulsificación. Esta evidenció que existe una menor diferencia significativa entre el astigmatismo corneal refractivo y total al emplear curvaturas corneales anteriores y posteriores a comparación del astigmatismo refractivo y queratómétrico que emplea solo el astigmatismo corneal anterior. Por ello, se considera que el astigmatismo corneal anterior sobrestima el astigmatismo postquirúrgico (7).

En el 2016, una revisión sistemática que incluyó 26 ensayos clínicos aleatorizados con un total de 3 120 ojos de 2 737 pacientes postoperados con tres técnicas diferentes de facoemulsificación: con microincisión coaxial, biaxial y estándar; y con cuatro tipos de incisiones, determinó que la técnica con incisiones pequeñas no se asoció sistemáticamente con menos astigmatismo postquirúrgico a comparación con incisiones grandes. Asimismo, aquella con microincisión coaxial puede asociarse con menos astigmatismo que la estándar. Los ensayos clínicos se elaboraron en Bosnia y Herzegovina, China, Francia, India, Italia, Corea, España, Suiza y Turquía; la mitad de los ensayos se realizaron en China (8).

Un metanálisis realizado en China, una recopilación de 11 ensayos clínicos aleatorizados hasta enero del 2016, para evaluar la eficacia de la facoemulsificación microincisional coaxial a comparación de la de incisión estándar. Este estudio informó que esta cirugía puede reducir el astigmatismo postquirúrgico a corto y largo plazo (9).

Un estudio descriptivo, longitudinal y retrospectivo realizado en Cuba, publicado en el 2011, en 178 pacientes operados de facoemulsificación (faco chop) evaluó el comportamiento del astigmatismo postquirúrgico. Este obtuvo como resultado una media del astigmatismo queratométrico inducido de 0,61 dioptrías al mes de la cirugía. Además, el astigmatismo queratométrico inducido en relación al tamaño de la incisión fue directamente proporcional. La investigación tiene como conclusión que la técnica de faco chop induce un bajo astigmatismo postquirúrgico y un resultado visual satisfactorio para el paciente (10).

Una investigación analítica retrospectiva, desarrollada en Turquía entre enero del 2011 y abril del 2014 en 683 ojos de pacientes sometidos a facoemulsificación microincisional biaxial donde se amplió una incisión corneal para la implantación del lente intraocular permitió evaluar el astigmatismo postquirúrgico. Los pacientes fueron divididos en cuatro grupos de acuerdo a la longitud de la incisión corneal posterior a la colocación del lente intraocular. En este estudio se obtuvo como resultado que el astigmatismo postquirúrgico mostró diferencias estadísticamente significativas entre los 4 grupos ( $p=0,005$ ). Y se concluyó que la facoemulsificación con microincisión biaxial de una longitud de 1,6 mm generó el menor astigmatismo postquirúrgico. Además, la ampliación de la incisión corneal con una longitud mayor de 2,0 mm al colocar el lente intraocular originó aumento significativo del astigmatismo postquirúrgico (11).

Un estudio realizado en China, publicado en el 2016, con el objetivo de identificar factores asociados con el astigmatismo postquirúrgico incluyó como población a 605 ojos de pacientes que fueron operados de facoemulsificación. Se dividió en dos grupos de acuerdo a una incisión en el limbo superior de 2,2 mm y 2,75 mm. La conclusión del estudio fue que el astigmatismo postquirúrgico fue menor en los pacientes postoperados con incisión en limbo superior de 2,2 mm (12).

Por otro lado, en una revisión sistemática hecha en el 2016 en Irán sobre la ubicación de la incisión en la cirugía de catarata y su impacto en el astigmatismo

postquirúrgico se obtuvo como principal resultado que la incisión temporal en la facoemulsificación está asociada a menor astigmatismo postquirúrgico; y a la vez es una alternativa adecuada para el astigmatismo preoperatorio leve (13).

Un estudio descriptivo publicado en el 2014 acerca de la incisión corneal clara en cirugía de catarata muestra las ventajas y desventajas de esta. El uso de la incisión corneal clara en la técnica ha permitido reducir el astigmatismo postoperatorio, reducir el tiempo operatorio y una recuperación posterior a la cirugía más rápida. Asimismo, está descrito que el astigmatismo inducido por la cirugía es menor si se emplea una incisión corneal clara temporal (14).

En una revisión sistemática publicada en el 2014 que tuvo como propósito comparar la seguridad, la eficacia y la rentabilidad de la cirugía manual de cataratas de incisión pequeña sin sutura y la facoemulsificación se obtuvo como resultado que origina menor astigmatismo postquirúrgico en comparación con la cirugía de incisión pequeña sin sutura (15).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Catarata**

Es la opacificación del cristalino, lente transparente que se encuentra dentro del ojo, que genera disminución de visión. Asimismo, tiene diferentes orígenes: congénitos, metabólicos, relacionadas con la edad y traumáticos. Una gran proporción de casos está relacionada con el proceso normal de envejecimiento. El tratamiento es la cirugía de catarata y esta tiene mucho éxito, ya que los resultados en la visión del paciente son satisfactorios (16).

La catarata relacionada con la edad o catarata senil es una causa frecuente de discapacidad visual en adultos mayores cuya patogenia es multifactorial y muy bien definida. Los tres tipos principales de catarata senil son: nuclear, cortical y subcapsular posterior. Asimismo, se puede encontrar más de un tipo de catarata en varios pacientes (16).

### **2.2.1.1 Catarata nuclear**

La excesiva coloración amarillenta del núcleo del cristalino asociado a una significativa distorsión de la luz se denomina catarata nuclear; esta origina una opacidad central. Este tipo de catarata tiene una evolución lenta, en su mayoría son bilaterales y pueden ser asimétricas. Además, ocasionan dificultad en mayor proporción en la visión de lejos que en la visión de cerca. Asimismo, existen casos donde el núcleo del cristalino presenta una gran opacidad y adopta una coloración marrón. Esta es denominada catarata nuclear brunesciente y se presenta en casos avanzados de catarata. Además, la función retinal fotópica se reduce si hay presencia de este tipo de catarata (17).

### **2.2.1.2 Catarata cortical**

Este tipo de catarata se encuentra relacionada a la ruptura local de la estructura celular y de las fibras del cristalino maduro. Estas, en su mayoría son bilaterales, pero, a menudo asimétricas. La catarata cortical no afecta al centro del eje visual. Además, se evidencia la presencia de vacuolas en la corteza anterior o posterior y constituye el primer signo que se manifiesta en la catarata cortical. Inicia en la periferia del lente, en las capas corticales externas y luego se mueve lentamente hacia dentro en un patrón de rayo. Esta ocurre con mayor frecuencia en pacientes diabéticos (16).

### **2.2.1.3 Catarata subcapsular posterior**

Esta catarata afecta las fibras que se encuentran más próximas a la cápsula posterior del cristalino y usualmente comprometen el eje visual. Un discreto brillo iridiscente en las capas corticales posteriores es el primer indicador de formación. Generalmente, comienzan localizándose en el centro del eje óptico y ocasionan una importante limitación en la visión central. La visión de cerca suele estar más reducida que la visión de lejos. Asimismo, este tipo de catarata también puede

presentarse como producto de un trauma, empleo de corticoides sistémicos, tópicos o intraoculares, inflamación, exposición a radiaciones ionizantes y alcoholismo (18).

### **2.2.2 Cirugía de catarata**

El especialista en oftalmología debe realizar una evaluación exhaustiva al paciente con diagnóstico de catarata y analizar el grado de opacidad de cristalino que compromete la visión; y definir si la cirugía va a tener resultados satisfactorios en la visión del paciente.

La cirugía de la catarata fue practicada en la antigüedad, donde se empujaba la catarata al vítreo. A mitad del siglo XVIII, el doctor francés Jacques Daviel, describió la extracción extracapsular. Un siglo después, el doctor alemán Von Graefe, describió la iridectomía total grande con incisión detrás del limbo. Desde allí, el mundo oftalmológico quedó separado en dos grupos: el primero a favor de la práctica de la técnica francesa y alemana; y el otro grupo que continuaba realizando la luxación a vítreo como lo realizaban en el antiguo Egipto (19).

En Nueva York 1960, el Dr. Kellman desarrollo la técnica de facoemulsificación. El manifestó que la catarata podía salir por una incisión de 2 a 3 milímetros. La primera publicación se hizo en 1967 y reportó intervenciones quirúrgicas realizadas en ojos de cadáveres y en animales in vivo. Sin embargo, en 1973 fue la aparición de experiencias de facoemulsificación en pacientes que presentaban cataratas (20).

La técnica consiste en emulsificar la catarata empleando una punta de metal que emite vibraciones con ultrasonido lo que permite realizar la aspiración con un sistema de irrigación y aspiración a través de una incisión pequeña. Asimismo, beneficiaba al paciente ya que tenía una recuperación de la visión más rápida, una herida operatoria con mayor estabilidad, reducción de astigmatismo postquirúrgico, y otros más. Se considera a la facoemulsificación como la técnica

quirúrgica más empleada por los cirujanos de segmento anterior a nivel mundial (20).

Asimismo, la técnica de facoemulsificación ataca al núcleo del cristalino, en el interior del saco capsular por la capsulorrexis. Se describen en el cristalino tres zonas de espesor variable: una zona delgada y superficial que es denominada córtex, una zona intermedia o epinúcleo y el núcleo propiamente dicho. Tiene como principio movilizar, debilitar y dividir el núcleo en el interior del saco capsular para que los fragmentos pasen a través de la capsulorrexis. En este procedimiento se utilizan dos instrumentos: la sonda de ultrasonidos y un manipulador. Esto permite que no sea necesario llevar el núcleo a cámara anterior para su posterior emulsificación; y disminuye el riesgo de daño endotelial. Por otro lado, la colocación del lente intraocular en el saco se realiza con mayor facilidad. (21).

La elección del tipo de técnica de facoemulsificación será de acuerdo con la dureza del núcleo y con la inclinación del cirujano oftalmólogo. En 1993, el Dr. Nagahara dio inicio a una nueva era de la facoemulsificación con la introducción del concepto de Faco Chop. Además, a partir de este surgieron múltiples variantes de esta técnica, por la cual se sustituía energía ultrasónica por energía mecánica al emplear instrumentos de corte especial denominados choppers (22).

Las técnicas de Chop reducen la producción de calor hasta en 10 veces a comparación de la técnica Divide y Vencerás, que utiliza mayor energía ultrasónica y tiempo para fragmentar el núcleo. El Dr. Nagahara propuso fijar al centro el núcleo del cristalino por empalado al aplicar energía ultrasónica para la penetración de la punta de titanio del facoemulsificador a determinada profundidad del espesor nuclear. Posterior a ello, se coloca el chopper a nivel del ecuador del núcleo y se dirige al centro de este, a la punta de titanio; y así lograr fracturar el núcleo. Esta técnica reduce la aplicación de energía ultrasónica durante la facoemulsificación y disminuye el daño al tejido circundante (23).

El 1993, Koch presenta la técnica de Stop and Chop, que es una mezcla Divide y Conquista y las técnicas de FacoChop horizontal. Esta tiene como objetivo hacer

un único surco central y lograr que el núcleo quede dividido en dos partes. Después, cortar los fragmentos como FacoChop, empalar en el centro ambas partes para que se coloque el chopper a nivel del ecuador del núcleo. Luego, llevar en dirección horizontal a la punta de titanio y cortar en fragmentos pequeños cada mitad para que su posterior emulsificación sea con facilidad (24).

Los doctores Kamman, Dodick y Akahoshi crearon instrumentos y técnicas para fragmentar el núcleo del cristalino en múltiples pedazos antes de la facoemulsificación, denominado Pre-Chop. Esta técnica abarca principios de chopping horizontal al emplear dos instrumentos que se colocan y enganchan en el ecuador del núcleo, en dirección centrípeta uno contra otro. Esto origina que las fuerzas mecánicas no se dirijan de forma directa al saco capsular. Y, corta al núcleo en cuatro cuñas antes de iniciar la emulsificación. Asimismo, en la técnica de Akahoshi el segundo instrumento se coloca penetrando el centro del núcleo (25).

Desde 1995, los autores: Dr. Fukasaku, Dr. Arshinoff, Dr. Vasavada y Dr. Pfeifer introducen simultáneamente el concepto de chopping vertical, que se conoce con el término de Phaco Quick Chop por el Dr. Dillman. En esta técnica, el núcleo se fija al centro con la punta de titanio y con un chopper que posee un diseño más puntiagudo; se realiza una presión hacia abajo y se punza el centro del núcleo, muy cerca del sitio de sujeción de la punta de titanio al núcleo, creando un plano de clivaje que permite partir de forma vertical las fibras del cristalino que tienen una disposición paralela (26).

Existe una gran evolución de las técnicas de la cirugía de la catarata en las últimas décadas. Además, dentro de estos avances se encuentra la disminución del tamaño de la incisión por donde se realizará la cirugía. El tamaño de la incisión ha disminuido progresivamente y va desde los 10 mm en la cirugía intracapsular y extracapsular de cristalino hasta 2,8 mm en la técnica de facoemulsificación. Por otro lado, la cirugía de catarata por microincisión ha logrado la extracción de la catarata por incisiones con un tamaño menor a 2mm (27).

La reducción del tamaño de la incisión se ha relacionado con una reducción considerable de inflamación intraocular postoperatoria y disminución de complicaciones con respecto a la herida operatoria. Además, ha logrado disminuir el astigmatismo postoperatorio, menor tiempo quirúrgico y una rehabilitación posterior a la cirugía corta. Esto ha conseguido un pronóstico visual satisfactorio para el paciente y reducir el riesgo de endoftalmitis (27).

### **2.2.3 Astigmatismo**

Desde el punto de vista óptico es denominado como el defecto de superficie de un lente que hace converger desigualmente los rayos de luz, deformando la imagen. Asimismo, desde la perspectiva refractiva, en el ojo sería un defecto en la curvatura de sus medios refringentes que impide la convergencia de los rayos en un solo foco.

El ojo astigmático origina dos líneas focales, una línea anterior que pertenece al meridiano con mayor poder refractivo, y otra posterior que corresponde al meridiano de menor poder refractivo. Las dos líneas focales forman el conoide de Sturm, y la distancia que separa estas líneas tiene la denominación de intervalo de Sturm. En el medio de estas dos focales principales se encuentra el círculo de menor difusión que es el punto dióptricamente equidistante a las dos focales principales. La mayor agudeza visual se obtiene cuando el astigmata sitúa el círculo de menor difusión en la retina (28).

#### **2.2.3.1 Astigmatismo total**

Denominado también astigmatismo refractivo, está compuesto por la suma del astigmatismo corneal más el astigmatismo interno. El último en mención, corresponde con el astigmatismo de la cara posterior corneal, el cristalino y el

retiniano si existiera. El astigmatismo total es el valor de astigmatismo que se obtiene durante la refracción. (28,29).

### **2.2.3.2 Astigmatismo corneal**

Condición en que los rayos de luz que inciden en la superficie corneal no se refractan de igual manera en todos los meridianos. Existe el astigmatismo corneal congénito o hereditario. Asimismo, tiene etiologías adquiridas como traumatismos, quemaduras, tumoraciones orbitarias, patologías propias de la córnea como queratocono y otras distrofias y ectasias corneales. Por otro lado, existen causas como cirugías refractivas, cirugías de catarata, queratoplastia; y el uso de lentes de contacto.

El astigmatismo directo o con la regla es el más frecuente en los adultos y se caracteriza porque el meridiano vertical es más curvo que el horizontal. En el astigmatismo inverso o contra la regla el meridiano principal horizontal es el de mayor curvatura y es más frecuente en la sexta década de la vida (29).

### **2.2.3.3 Modificación del astigmatismo preexistente**

El sistema óptico tiene como principal elemento con mayor potencia dióptrica a la córnea. Las alteraciones en su estructura como consecuencia de agresiones o procedimientos quirúrgicos en ella provocan variaciones en la refracción. Los cambios se generan en el meridiano corneal afectado y ocasionan un efecto refractivo astigmático (30).

La aparición de astigmatismo posterior a la cirugía de catarata o el cambio de un astigmatismo preexistente es condicionada por alguno de los factores que se mencionan a continuación:

## **A. Astigmatismo preexistente**

Existen elementos determinantes para seleccionar la técnica de cirugía de catarata como el astigmatismo anterior a la cirugía. Asimismo, este influye en el resultado queratométrico posterior a la cirugía. Para disminuir el astigmatismo preexistente, se debe realizar una incisión en el meridiano apropiado y así ocasionar un aplanamiento que contrarrestará el astigmatismo que hay previamente (30).

## **B. Estructura de la incisión**

Está comprendida por la longitud, posición, forma, arquitectura y localización de la incisión. Con respecto a la longitud que se define como el resultado del aplanamiento del meridiano sobre el cual se hizo la incisión, y este es mayor cuanto más grande sea la longitud de la incisión. Además, la posición de la incisión juega un rol importante en la inducción del astigmatismo. La gran mayoría de estas se realizan en los cuadrantes superiores y el parpadeo y la gravedad las afectan e inducen un astigmatismo contra la regla (27).

La forma de la incisión puede condicionar la estabilidad y tendencia al deslizamiento posterior. Por otro lado, la arquitectura puede ser elaborada en un plano, dos planos o tres planos. Las incisiones con un solo trayecto deben ser perpendiculares para que no afecten la hermeticidad. La incisión con dos trayectos, en primer lugar, se hace una pre-incisión perpendicular al plano corneal y luego sigue horizontalmente hasta entrar a cámara anterior. Las que posee tres trayectos tiene un inicio como se ha mencionado en las anteriores, pero en la entrada a cámara anterior se hace un cambio vertical del queratótomo antes de concluir el segundo trayecto (27).

Por último, la localización de la incisión desempeña un factor relevante en la inducción del astigmatismo. Por ejemplo, las incisiones corneales tienen tendencia

a inducir mayor astigmatismo a comparación de las incisiones esclerales. Además, el tejido escleral tiene una cicatrización más rápida que el corneal. Es por ello que sus propiedades biomecánicas tienen una restitución más completa (27).

### **C. Tipos de incisión**

#### **Incisión limbar**

Las incisiones limbares o corneoesclerales se han utilizado anteriormente en cirugíaS de catarata como: extracción Intracapsular y extracapsular clásica. Estas generan más astigmatismo inducido que las incisiones esclerales porque están encima del anillo óptico corneal y tienden más al deslizamiento. Asimismo, a diferencia de las incisiones puramente esclerales, el acto de manipular las suturas corneoesclerales en el periodo posterior a la cirugía tiene una repercusión más relevante en el control del astigmatismo. En estas incisiones, debido al deslizamiento, existirá un aplanamiento del meridiano implicado y un encorvamiento para compensar del meridiano a 90 grados del primero (27).

#### **Incisión escleral**

Al encontrarse por detrás del anillo óptico corneal, las incisiones esclerales generan menor astigmatismo inducido a comparación de las corneales o corneoesclerales. Estas incisiones necesitan un trayecto como túnel hasta entrar a la cámara anterior debido a que tienen una localización posterior al limbo. Además, estas tienen un mayor riesgo de sangrado. El proceso de cicatrización posee una mayor rapidez a comparación de las incisiones corneales y esto contribuye con la estabilidad refractiva. Sin embargo, manipular las suturas tiene menor efecto en el control del astigmatismo postquirúrgico (27).

#### **Incisión corneal**

Al encontrarse delante del anillo óptico corneal, las incisiones corneales tienen mayor cercanía a la zona óptica central y provocan con mayor facilidad cambios

representativos en la curvatura corneal. Con la aparición de la facoemulsificación, estas se han convertido en las más utilizadas. Además, al comparar con las incisiones esclerales y limbares; esta tiene como ventajas: una rápida realización, evitar sangrados y no hay necesidad de suturas para fijar o de colgajo conjuntival. Asimismo, si no se realiza un correcto trayecto de la incisión ocasionaría falta de hermeticidad; y de acuerdo al tamaño la inducción de astigmatismo (27).

## **E. Otras variables**

### **Lentes intraoculares**

Si existe un desplazamiento lateral o si bascula el lente intraocular con respecto a la perpendicular del eje visual puede generar astigmatismo. Este puede darse por circunstancias como, por ejemplo, si una háptica queda dentro del saco capsular y otra fuera de este como en el sulcus ciliar; o por una ruptura o dehiscencia de la zónula, sea dentro de la cirugía o secundaria a retracción capsular postoperatoria. Actualmente, la implantación de lentes tóricos en es un método que corrige un astigmatismo preexistente (31).

### **Instrumental**

Moisseiev y Rammsey realizaron un estudio acerca del astigmatismo corneal en dos grupos de pacientes que fueron sometidos a cirugía de catarata con la misma técnica y llegaron a la conclusión que la incisión en el tejido limbar con cuchillete de diamante está relacionada con un menor astigmatismo postoperatorio y con mayor estabilidad refractiva a comparación de los pacientes donde se empleó la hoja de acero (32).

#### **2.2.3.4 Cálculo del astigmatismo inducido**

El resultado de la manipulación quirúrgica es el astigmatismo inducido y se origina en la córnea. Asimismo, tiene una influencia relevante de manera directa en el astigmatismo postoperatorio final al variar el astigmatismo que ya existía.

Para calcular el astigmatismo inducido se debe realizar una resta de las lecturas queratométricas: preoperatoria y postoperatoria. Este ejercicio es complejo, ya que al ser el astigmatismo una magnitud vectorial definida por los parámetros: potencia y orientación del eje, podría darse el caso de originar solo un cambio en la orientación del eje y no en la potencia, o a la inversa (33,34,35).

Existen procedimientos para calcular el astigmatismo inducido, tales como:

### **Sustracción simple**

Se considera un método simple porque emplea una variable, la potencia, lo que significa que no caracteriza por completo el astigmatismo. Este se realiza al restar la potencia astigmática preoperatoria y la postoperatoria. Sin embargo, este método puede generar errores en el cálculo debido a que no se considera la naturaleza vectorial del astigmatismo.

### **Método vectorial**

Tiene como base caracterizar el astigmatismo como un vector que puede manipularse geoméricamente. Este método emplea fórmulas matemáticas y representaciones geométricas (36).

### **Coordenadas cartesianas**

Tiene como objetivo determinar el cilindro resultante de superponer dos cilindros ópticos, esto se realiza mediante fórmulas matemáticas. Asimismo, si se conoce el astigmatismo corneal anterior y posterior a la cirugía de catarata se puede encontrar la variación total de astigmatismo en dioptrías y también como varía en términos de astigmatismo directo e inverso.

Holladay JT, Cravy TV y Koch DD implementaron una fórmula para calcular la variación refractiva esférica y cilíndrica inducida. Esta tiene varias aplicaciones, como establecer la variación refractiva que fue inducida por la cirugía, conocer como varían las lecturas queratométricas inducidas post cirugía y la rotación de sus ejes.

#### **2.2.4 Queratometría**

Es imprescindible el conocimiento exacto de la geometría de la córnea, ya que desempeña un rol importante en la formación de imágenes en la retina. Además, las dos terceras partes del poder refractivo total del ojo están representadas por la potencia dióptrica de la córnea. (37).

La superficie corneal se ha considerado como un espejo convexo y en base a ello se ha realizado la gran mayoría de medidas. En general, los procedimientos de para realizar la medición se basan en determinar el tamaño de una imagen reflejada en la córnea (37).

Los queratómetros tienen como base se la medida del radio de curvatura de la superficie anterior de la córnea a partir de la primera imagen de Purkinje. Asimismo, el tamaño de la imagen que se refleja en la superficie corneal tendrá variaciones de acuerdo con la longitud del radio de curvatura de la misma. Si se conoce el tamaño del objeto proyectado ( $Y$ ) y el de la imagen reflejada ( $Y'$ ), se puede obtener el radio de curvatura de la córnea con la fórmula:  $r = 2P Y'/Y$ . En la fórmula,  $P$  representa la distancia que hay del objeto hacia la córnea (38).

Los queratómetros emplean un sistema prismático de desdoblamiento para neutralizar el movimiento de las imágenes sobre la córnea (38).

Para convertir el radio de curvatura a potencia (P) en dioptrías se necesita emplear la siguiente fórmula:  $P = (n' - n) / r$ . En esta, el índice de refracción corneal está representado por  $n'$  ( $n' = 1,376$ ) y  $n$  el del aire ( $n = 1$ ).

Los queratómetros realizan estimados empíricos, pero no miden de manera directa el poder de la zona óptica que corresponde a la superficie corneal anterior, es decir solo brindan información de los meridianos principales de esta zona (38).

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Astigmatismo:** Defecto de refracción en el que los rayos de luz paralelos que se reflejan en el ojo no son refractados igualmente por todos los meridianos (28).

**Catarata:** Opacidad del cristalino, obstruye el paso de la luz, con tendencia a progresar (16).

**Cirugía de catarata:** Extracción del cristalino con opacidad, mediante una técnica quirúrgico (19).

**Facoemulsificación:** Técnica quirúrgica que consiste en remover el cristalino mediante la fragmentación de este con ultrasonido y aspiración, al realizar la introducción de una punta al ojo por una pequeña incisión (20).

**Astigmatismo corneal inducido:** Variación del astigmatismo corneal preexistente posterior a la realización de una cirugía de catarata (29).

**Agudeza visual:** Capacidad del sistema de visión para percibir, detectar o identificar objetos espaciales con unas condiciones de iluminación buenas (39).

**Longitud Axial:** La Longitud Axial del ojo es la distancia que existe entre el vértice anterior del ojo y el punto opuesto en la retina. Representaría el diámetro anteroposterior del ojo. Su medida es relevante para determinar la graduación

teórica del ojo, sobre todo para calcular la potencia del lente intraocular que se implantara durante la cirugía de la Catarata. De la precisión de esta dependerá la graduación residual después de la cirugía y la necesidad de usar o no correctores (40).

**Queratometría:** prueba realizada a un paciente en la que se determinan los parámetros de su córnea, tales como la medida de sus radios de curvatura de sus superficies, ya que la córnea no es esférica (37).

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Formulación de la hipótesis

La técnica de facoemulsificación induce astigmatismo postquirúrgico, servicio de oftalmología, Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren, 2018-2019.

### 3.2 Variables y su operacionalización

| Variable                         | Definición   | Tipo por naturaleza | Indicador  | Escala de medición | Categorías y sus valores   | Medio de verificación |
|----------------------------------|--|---------------------|------------|--------------------|--|-----------------------|
| Edad                             | Años transcurridos desde el nacimiento del paciente.                           | De Razón            | Años       | Cuantitativa       | Promedio De Años.  | Historia Clínica      |
| Genero                           | Característica anatómica del Paciente.   | Nominal             |            | Cualitativa        | Masculino<br>Femenino  | Historia Clínica      |
| Tipo De Catarata Segun Etiologia | Característica Anatómica Del Cristalino, Relacionada Con La Edad Del Paciente. | Ordinal             |            | Cualitativa        | Presenil<br>Senil  | Historia Clínica      |
| Longitud Axial                   | Medida Antero Posterior Del Ojo  | De Razón            | Milímetros | Cuantitativa       | Promedio.  | Historia Clínica      |
| Curvatura Corneal                | Medida A Través Del Queratómetro.  | De Razón            | Dioptrias  | Cuantitativa       | Promedio K1 /K2.   | Historia Clínica      |
| Agudeza Visual                   | Medida A Través De La Cartilla De Snellen.                                     | Ordinal             |            | Cualitativa        | Percibe Luz.<br>Movimiento De Manos<br>Cuenta Dedos<br>Cartilla De Snellen (20/400, 20/100,.....20/20) | Historia Clínica      |
| Astigmatismo                     | Medida Lograda Con La Colaboración Del Paciente Y A Través De Autorrefractor   | Ordinal             | Dioptrias  | Cualitativa        | Muy Leve: < 0.75<br>Leve: 0.75 A 2.00<br>Moderado: 2.25 A 4.00<br>Severo: > 4.00<br>Dioptrias          | Protocolo De Catarata |
| Tipo De Incision En Cornea Clara | Según Técnica A Realizar   | Nominal             |            | Cualitativa        | Temporal<br>Superior<br>Oblicua  | Reporte Operatorio    |

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGIA**

### **4.1 Tipos y diseño de investigación**

Observacional, retrospectivo, descriptivo de corte longitudinal.

El presente estudio se encuentra dentro del diseño de investigación no experimental.

### **4.2 Diseño muestral**

#### **Universo**

La población está conformada por todos los pacientes que fueron operados de catarata senil por técnica de facoemulsificación en el Servicio de Oftalmología del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren en el periodo comprendido entre octubre del año 2018 a octubre del año 2019.

#### **Muestra**

Se trabajará con todos los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

#### **Unidad de análisis**

Pacientes operados de catarata senil por técnica de facoemulsificación en el Servicio de Oftalmología del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren.

#### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

Paciente:

- con diagnóstico de catarata senil,
- mayores de 40 años,

- con agudeza visual no corregida peor o igual a 20/70,
- operados de catarata por técnica de facoemulsificación en el Servicio de Oftalmología del Hospital Alberto Sabogal Sologuren.

### **Criterios de exclusión**

Pacientes:

- con intervención quirúrgica de catarata de otra etiología (no senil).
- con patología de córnea o de la superficie ocular anterior a la cirugía de catarata.
- con antecedente de cirugía ocular previa en el ojo operado de catarata.
- intervenido de catarata senil con una técnica que no sea la Facoemulsificación
- con alguna complicación durante la cirugía.
- con complicaciones en el postoperatorio inmediato o mediato (dentro del primer mes posterior a la intervención quirúrgica).
- que no hayan asistido a todos sus controles post quirúrgicos hasta el primer mes o que no tenga su historia clínica con todos los datos necesarios para este estudio.
- con antecedente de retinopatía.
- con antecedente de glaucoma.
- inmunodeprimidos.

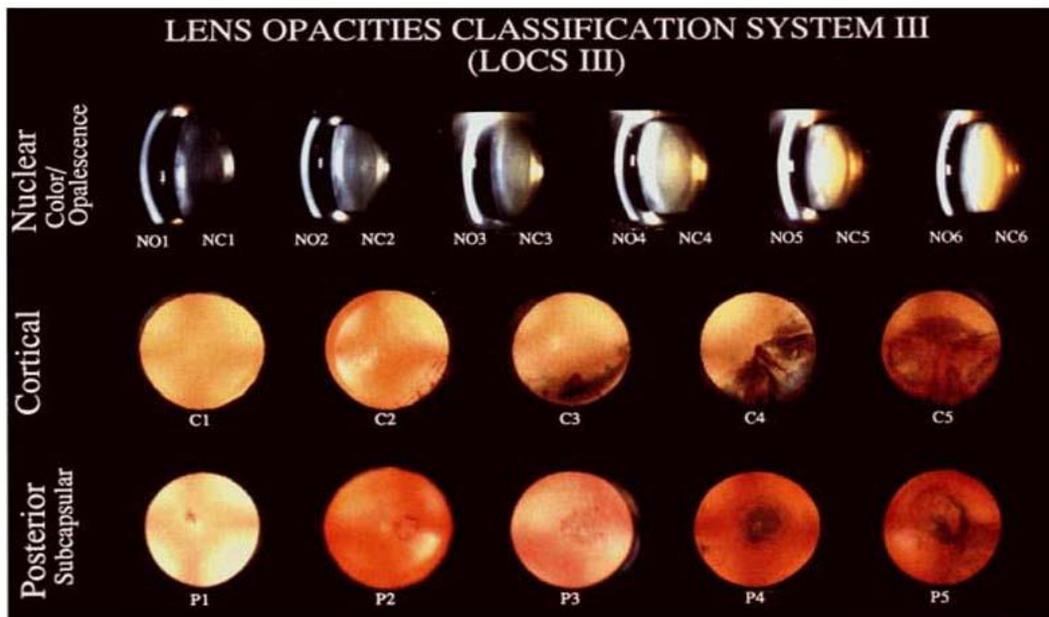
### **4.3 Técnicas y procesamiento de recolección de datos**

#### **Procesamiento de recolección**

Se elaborará una ficha de recolección de datos exclusivamente para el presente estudio. (Anexo 02)

La evaluación prequirúrgica del paciente se procederá a evaluar y obtener las siguientes variables:

- Agudeza visual prequirúrgica utilizando la cartilla de Snellen
- Refracción del paciente utilizando autorefracto Topcon
- Queratometría del paciente utilizando autoqueratómetro Topcon
- Clasificación del tipo de catarata usando la clasificación LOCSIII



**Ilustración n.º 1.** Sistema de clasificación LOCS III

Fuente: (41)

Durante la cirugía se evaluará:

Incisión corneal de localización: Superior, temporal u oblicua.

En el postoperatorio se evaluará:

- Agudeza visual utilizando la cartilla de Snellen
- Refracción del paciente utilizando autorefracto Topcon
- Queratometría del paciente utilizando autoqueratómetro Topcon

Asimismo, se formulará una hoja de consentimiento informado para los pacientes sujetos a estudio. Además, se evaluará la posibilidad de replantear las etapas del proyecto según la ocurrencia de factores externos y modificación del cronograma de actividades.

Por otro lado, se realizará una prueba piloto con 5 pacientes para realizar un afinamiento de los instrumentos, recojo de datos y tabulación.

#### **4.4 Procesamiento y análisis de datos**

Los datos serán procesados en un computador I5. Los datos se procesarán en Excel 2010 y SPSS v21. Se realizarán gráficos y tablas. Se hará uso de la estadística descriptiva para cada uno de las variables en estudio. Para valorar el grado de asociación entre estas y el desarrollo de astigmatismo inducido o la corrección del preexistente, se utilizará el coeficiente de correlación lineal de Pearson (nivel de significancia  $p \leq 0,05$ ). El análisis estadístico comparativo entre los grupos se realizará con Chi cuadrado. Se elaborará y analizará la base de datos en el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

#### **4.5 Aspectos éticos**

La investigación se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización de la Jefatura del Servicio de Oftalmología del Hospital Alberto Sabogal Sologuren y la aprobación del proyecto por el Comité de Ética.

Asimismo, se asignará un número a cada historia clínica para guardar confidencialidad del paciente.

## CRONOGRAMA

| ACTIVIDADES                                     | Nov<br>2018 | Dic<br>2018 | Ene<br>2019 | Feb<br>2019 | Mar<br>2019 | Abr<br>2019 | May<br>2019 | Jun<br>2019 | Jul<br>2019 | Ago<br>2019 | Set<br>2019 | Oct<br>2019 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Elaboración proyecto, correcciones y aprobación | <b>X</b>    |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Autorizaciones y coordinaciones con HASS        |             | <b>X</b>    |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Recolección de datos                            |             |             | <b>X</b>    |             |
| Procesamiento de datos y análisis               |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>X</b>    | <b>X</b>    | <b>X</b>    |             |
| Versión preliminar                              |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>X</b>    |             |
| Revisión por asesor                             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>X</b>    |             |
| Informe Final                                   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>X</b>    |
| Publicación                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             | <b>X</b>    |

## PRESUPUESTO

| <b>PRESUPUESTO</b>    | <b>CANTIDAD</b> | <b>VALOR</b>   |
|-----------------------|-----------------|----------------|
| <b>A. Personal</b>    |                 |                |
| Asistente Estadístico | 1               | S/. 200        |
| <b>B. Equipos</b>     |                 |                |
| Internet              | 1               | S/. 100        |
| Tinta de Impresora    | 2               | S/. 100        |
| <b>C. Materiales</b>  |                 |                |
| Fotocopias            | 200             | S/. 100        |
| Papel                 | 1000            | S/. 20         |
| CDs                   | 5               | S/. 15         |
| <b>Total</b>          |                 | <b>S/. 535</b> |

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Li P, Zhang Y, et al. Comparison of variations in cornea after one-handed and two-handed coaxial phacoemulsification. *Clinical Ophthalmology* 2018;12 1815–1822.
2. Hayashi K, et al. Corneal shape changes of the total and posterior cornea after temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 2018;0:1–5.
3. Song E, Li X, Bi MC, et al. A comparison of surgical efficacy between a 1.8-mm microincision and 3.2-mm and 5.5-mm incisions for phacoemulsification. *Int J Ophthalmol* 2018;11(3):516-519.
4. Hayashi K, Yoshida M, Hirata A, Yoshimura K. Changes in shape and astigmatism of total, anterior, and posterior cornea after long versus short clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2018.
5. Nikose A, et al. Surgically induced astigmatism after phacoemulsification by temporal clear corneal and superior clear corneal approach: a comparison. *Clinical Ophthalmology* 2018;12 65–70.
6. Theodoulidou S, Asproudis I, Athanasiadis A, Kokkinos M and Aspiotis M. Comparison of surgically induced astigmatism among different surgeons performing the same incision. *Int J Ophthalmol* 2017;10(6):1004-1007.
7. Sano et al. Influence of posterior corneal astigmatism on postoperative refractive astigmatism in pseudophakic eyes after cataract surgery. *BMC Ophthalmology* (2016) 16:212.
8. Jin C, Chen X, Law A, et al. Different-sized incisions for phacoemulsification in age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;9.
9. Wang L, et al. Comparison of efficacy between coaxial microincision and standard-incision phacoemulsification in patients with age-related cataracts: a meta-analysis. *BMC Ophthalmology* (2017) 17:267.
10. González A, Ortega L y Pérez E. Astigmatismo inducido en la cirugía de catarata por técnica de facoemulsificación. *Revista Cubana de Oftalmología* 2011; 24(1):30-39.

11. Tetikoğlu M, et al. Effect of Corneal Incision Enlargement on Surgically Induced Astigmatism in Biaxial Microincision Cataract Surgery. *Turk J Ophthalmol* 2016;99-103.
12. Chang S, Su T and Chen Y. Influence of ocular features and incision width on surgically induced astigmatism after cataract surgery. *J Refract Surg*. 2015 Feb;31(2):82-8.
13. Hashemi H, Khabazkhoob M, Soroush S, Shariati R, Miraftab M and Yekta A. The location of incision in cataract surgery and its impact on induced astigmatism. *Curr Opin Ophthalmol*. 2016 Jan;27(1):58-64.
14. Al Mahmood A, Al-Swailem S, Behrens A. Clear corneal incision in cataract surgery. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2014;21(1):25-31.
15. Jaggernath J, Gogate P, Moodley V and Naidoo K. Comparison of cataract surgery techniques: safety, efficacy, and cost-effectiveness. *Eur J Ophthalmol* 2014; 24 (4): 520-526.
16. Thompson J and Lakhani N. Cataracts. *Prim Care Clin Office Pract* 42 2015: 409–423.
17. Yonova-Doing E, Forkin Z, Hysi P, et al. Genetic and Dietary Factors Influencing the Progression of Nuclear Cataract. *Ophthalmology* 2016; 123(6):1237-44.
18. Zhang, W and Li, H. Lens opacity detection for serious posterior subcapsular cataract. *Medical & Biological Engineering & Computing* 2016; 55(5), 769–779.
19. Centurion V. *Libro del Cristalino de las Américas*. Editorial Livraria Santos, Brasil, 2006.
20. Welch G, Cruz M, Escalona M y Fundora V. Facoemulsificación en la cirugía de catarata. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2017; 46(3):244-255.
21. Packer M, Fishkind W, Howard I, Seibel B, Hoffman R. The physics of phaco: A review. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:424–431.

22. Can I, Takmaz T, Cakıcı F and Ozgul M. Comparison of Nagahara phaco-chop and stop-and-chop phacoemulsification nucleotomy techniques. *J Cataract Refract Surg* 2004; 30:663–668.
23. Park J, Yum H, Kim, Harrison A and Kim E. Comparison of phaco-chop, divide-and-conquer, and stop-and-chop phaco techniques in microincision coaxial cataract surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2013; 39(10):1463–1469.
24. Hwang H, Lee J, Jeon S, Lee B and Cho, Y. Stop-Chop versus Retro-Chop Nucleotomy During Phacoemulsification. *Current Eye Research*. 2016; 41(11): 1454–1459.
25. Hernández J, Padilla C, Ramos M, Ríos R y Río M. Resultados quirúrgicos de la facoemulsificación por técnicas de Pre Chop. *Rev Cubana Oftalmol*. 2004; 17(2).
26. Rodríguez B, et al. Cirugía de cataratas por facoemulsificación aplicando la técnica de prechop. *Revista Cubana de Oftalmología*. 2013; 26(1):30-38.
27. Jin C , et al. Different-sized incisions for phacoemulsification in age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 20(9).
28. Ramos Y, et al. Diagnóstico y control del astigmatismo en la cirugía del cristalino. *Revista Cubana de Oftalmología*. 2015; 28 (2): 205-219.
29. Zheng T, Chen Z and Lu Y. Influence factors of estimation errors for total corneal astigmatism using keratometric astigmatism in patients before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42:84–94.
30. Zaviv T and Epstein R. Astigmatism management. *Int Ophthalmol Clin*. 2000; 40(3):183-198.
31. Till J, Yoder P, Wilcox T and Spielman J. Toric intraocular lens implantation: 100 consecutives cases. *J Cataract Refract.Surg*. 2002; 28(2):295-301.
32. Moisseiev J, Bartov E and Glovinski J. Postoperative corneal astigmatism in cataract extraction: Diamond knife versus Beaver blase. *Am Intra-Ocular Soc J*.1985;11:138-141.

33. Naeser k. Conversion of keratometer readings to polar values. J Cataract Refract Surg.1990 ;16:741-745.
34. Goes F and Missotten L. How to calculate surgically induced astigmatism after cataract surgery? Bull Soc Belge Ophtalmol. 1998; 268:35-40.
35. Gross R and Miller K. Corneal astigmatism after phacoemulsification and lens implantation through unsutured scleral and corneal tunnel incisions. Am J Ophthalmol. 1996;121:57-64.
36. Southall J. Mirrors, prisms, and lenses. A Text – Book of Geometrical Optics. Ed 3 McMillan, New York. 1940;320-326.
37. Hage S. The Computerized Corneal Topographer (EH-270). Measuring and Modifying the Cornea. Springer-Verlag. New York. 1992;11-24.
38. Stone J. Keratometry and specialist optical instrumentation. Contact lens practice. London: Chapman and Hall medical. 1994.
39. García Jaime, et al. Valoración de la agudeza visual. Rev Pediatr Aten Primaria. 2016;18(71): 267-274
40. De Juan V, Martín R, Pérez I y Herreras J. Influencia de la longitud axial en el resultado refractivo tras cirugía de catarata. Arch Soc Esp Oftalmol. 2010 ; 85( 4 ): 144-148.
41. Grewal DJ , Brar GS , Grewal SP. Correlations off nuclear Lens Density Using Scheimpflug Images with Lens Opacities Classification System III and Visual Function. Ophthalmology 2009; 116(8): 1436-43.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

| Título de la investigación  | Pregunta de investigación  | Objetivos de la investigación   | Hipótesis de la investigación  | Tipo y diseño de estudio   | Población de estudio y procesamiento de datos   | Instrumento de recolección  |
|---|--|---|--|--|---|---|
| Astigmatismo Inducido en postoperados de catarata por técnica de facoemulsificación Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren 2018-2019 | ¿Cuál es la relación entre la técnica de facoemulsificación y el astigmatismo postquirúrgico en el Hospital Alberto Sabogal Sologuren 2018-2019? | <p><b>Objetivo general</b></p> <p>Conocer el astigmatismo inducido en postoperados de catarata con técnica de facoemulsificación en el Hospital Alberto Sabogal Sologuren en el periodo 2018-2019.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>-Identificar el grado de variación de la agudeza visual en postoperados de cirugía de catarata mediante la técnica de</p> | La técnica de facoemulsificación induce astigmatismo postquirúrgico, servicio de oftalmología, Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren, 2018-2019. | Observacional, retrospectivo, descriptivo de corte longitudinal. | La población está conformada por todos los pacientes que fueron operados de catarata senil por técnica de facoemulsificación en el Servicio de Oftalmología del Hospital Nacional Alberto Sabogal Sologuren en el periodo comprendido entre octubre del año 2018 a octubre del año 2019.<br><br>Los datos serán procesados en un computador | <p>Ficha de recolección de datos</p> <p>1.EDAD DEL PACIENTE : .....años</p> <p>2. SEXO</p> <p><input type="checkbox"/> Masculino ( )</p> <p><input type="checkbox"/> Femenino ( )</p> <p>3. OJO OPERADO</p> <p>Ojo Derecho ( )</p> <p>Ojo Izquierdo ( )</p> <p>4.QUERATOMETRÍAS PREOPERATORIAS (K)</p> <p><input type="checkbox"/> K1: ..... D</p> <p>Eje: .....°</p> |

|  |  |   |  |  |  |  |
|--|--|---|--|--|--|--|
|  |  | <p>facoemulsificación.</p> <p>-Determinar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según tipo de incisión (córnea clara o limbar)</p> <p>-Identificar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según localización de la incisión (superior, oblicuo o temporal)</p> <p>-Precisar el grado de astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según grosor corneal.</p> <p>-Establecer el grado de</p> |  |  | <p>15. Los datos se procesarán en Excel 2010 y SPSS v21. Se realizarán gráficos y tablas. Se hará uso de la estadística descriptiva para cada uno de las variables en estudio. Para valorar el grado de asociación entre estas y el desarrollo de astigmatismo inducido o la corrección del preexistente, se utilizará el coeficiente de correlación lineal de Pearson (nivel de significancia <math>p \leq 0,05</math>). El análisis estadístico comparativo entre los grupos se realizará con Chi cuadrado. Se elaborará y analizará la base de datos en el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).</p> | <p><input type="checkbox"/> K2:<br/>..... D<br/>Eje: .....°</p> <p>5.QUERATOMETRÍAS POSTOPERATORIAS (K)</p> <p><input type="checkbox"/> K1:<br/>..... D<br/>Eje: .....°</p> <p><input type="checkbox"/> K2:<br/>..... D<br/>Eje: .....°</p> <p>6.ASTIGMATISMO CORNEAL INDUCIDO</p> |
|--|--|---|--|--|--|--|

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  | astigmatismo inducido en postoperados de cirugía de catarata con facoemulsificación según características sociodemográficas. |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|

**Anexo 2:** Instrumentos de recolección de datos

**Ficha de Reconocimiento de Datos**

Fecha evaluación \_\_\_\_\_

Fecha cirugía \_\_\_\_\_

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Lugar procedencia \_\_\_\_\_

Dirección \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_

Familiar responsable \_\_\_\_\_

**Antecedentes**

Diabetes: tiempo de enfermedad \_\_\_\_\_ Tratamiento \_\_\_\_\_

Retinopatía diabética tipo \_\_\_\_\_

Complicaciones de la DM \_\_\_\_\_

Hipertensión tiempo de enfermedad \_\_\_\_\_ Tratamiento \_\_\_\_\_

Uso de Corticoides \_\_\_\_\_

Glaucoma tiempo de enfermedad \_\_\_\_\_ Tratamiento \_\_\_\_\_

Cirugías oculares previas \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

## OJO \_\_\_\_\_

| Variables             | Grado 1                             | Punto 1 | Grado 2                             | Punto 2 | Grado 3                               | Punto 3 |
|-----------------------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|---------------------------------------|---------|
| Edad                  | 40-60 a                             |         | Mayor 60 a                          |         | Menor 30 a                            |         |
| Factores sistémicos   | Normal                              |         | Tolerancia moderada al decúbito     |         | Intolerancia al decúbito              |         |
| Cirugías anteriores   | No                                  |         | de segmento anterior                |         | De segment posterior (vitrectomia)    |         |
| Factores de estrés    | No                                  |         | Amigo o personaje social importante |         | Familia directa                       |         |
| Longitud axial        | Normal 21.5-23.5                    |         | 24 a 27                             |         | Menor de 21 Myor de 27                |         |
| Arco superciliar      | Normal                              |         | prominente                          |         | Nariz y arco prominente               |         |
| Hendidura palpebral   | Normal                              |         | Semi estrecha                       |         | fimótica                              |         |
| Transparencia corneal | Normal                              |         | opacidad periferica                 |         | Opacidad central                      |         |
| Cámara anterior       | Normal de 3 a 4 mm                  |         | Menor de 3 mm                       |         | Muy amplia o estrecha                 |         |
| Iris                  | Normal                              |         | Acartonado                          |         | flácido                               |         |
| Cápsula anterior      | Normal                              |         | Inserción zonular anterior          |         | Fibrosa Exfoliada Calcánea morganiana |         |
| Corteza               | Normal                              |         | rígida                              |         | Licuada ausente                       |         |
| Núcleo                | Facorrefractiva Nucleo transparente |         | Nucleo 3-4 cruces                   |         | Negro Blanco brunescente              |         |
| Cápsula posterior     | Normal                              |         | Subcapsular posterior               |         | Polar posterior                       |         |
| Zónulas               | Normal                              |         | Diálisis menor a 60                 |         | Diálisis mayor a 60                   |         |
| Pupila                | Dilatacion mayor 7 mm               |         | Dilatacion media menor 5 mm         |         | Dilatacion menor 4 mm                 |         |
| Pseudoexfoliación     | No                                  |         | No                                  |         | si                                    |         |
| Endotelio             | Normal                              |         | Mayor de 1500 cel x mm <sup>2</sup> |         | Menor de 1500 cel x mm <sup>2</sup>   |         |
| Reflejo rojo          | Presente                            |         | Parcialmente presente               |         | ausente                               |         |
| Anestesia             | General                             |         | Infiltrative                        |         | local                                 |         |

Puntaje total

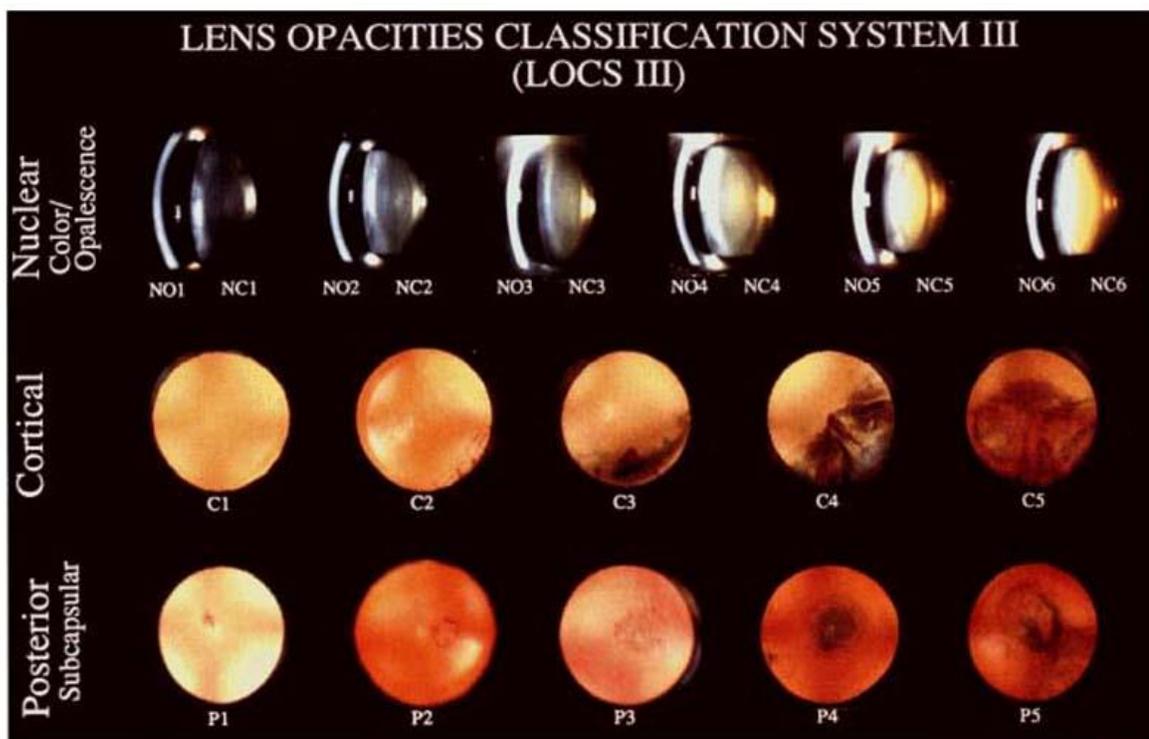
Grado de dificultad

Bajo (20)

Medio (20-40)

Alto (mayor a 40)

**Tipo de catarata**



**Fuente: (41)**

Nuclear: \_\_\_\_\_

Cortical: \_\_\_\_\_

Subcapsular Posterior: \_\_\_\_\_

Blanca

Madura

Hipermadura

Otros

**Ecobiometría**

LIO monofocal \_\_\_\_\_

Longitud axial \_\_\_\_\_

Profundidad Cámara Anterior \_\_\_\_\_

Diámetro antero-posterior de cristalino\_\_\_\_\_

**Keratometria**

K mas plano\_\_\_\_\_

K mas curvo\_\_\_\_\_

**PLAN QUIRÚRGICO**

|                  |                     |                |
|------------------|---------------------|----------------|
| <b>ANESTESIA</b> |                     |                |
| <b>TÓPICA</b>    | <b>INFILTRATIVA</b> | <b>GENERAL</b> |
|                  |                     |                |

|                           |                  |  |
|---------------------------|------------------|--|
|                           | <b>LIO</b>       |  |
|                           | <b>MONOFOCAL</b> |  |
| <b>Incisión PRINCIPAL</b> |                  |  |
|                           |                  |  |

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>AZUL TRIPAN</b> |           |
| <b>Sí</b>          | <b>NO</b> |

|                            |  |  |  |
|----------------------------|--|--|--|
| <b>TIPO CIRUGÍA</b>        |  |  |  |
| <b>FACO</b>                |  |  |  |
| <b>PRE CHOP</b>            |  |  |  |
| <b>STOP CHOP</b>           |  |  |  |
| <b>FACO CHOP</b>           |  |  |  |
| <b>Vertical/horizontal</b> |  |  |  |
| <b>TILT and TUMBLE</b>     |  |  |  |

**INTRAOPERATORIO**

**CIRUJANO**\_\_\_\_\_

**INTERCURRENCIAS**\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**TIEMPO OPERATORIO**\_\_\_\_\_

**ANTIBIÓTICO TERAPIA PRECOZ**\_\_\_\_\_

## SEGUIMIENTO

### AGUEZA VISUAL

|                 | PRE QX | POST QX              |                        |                        |                        |
|-----------------|--------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                 |        | 1. <sup>er</sup> día | 1. <sup>a</sup> semana | 2. <sup>a</sup> semana | 3. <sup>a</sup> semana |
| FECHA           |        |                      |                        |                        |                        |
| Sin correctores |        |                      |                        |                        |                        |
| Pin hole        |        |                      |                        |                        |                        |
| Correctores     |        |                      |                        |                        |                        |

### PIO

| PRE QX | POST QX              |                        |                        |                        |
|--------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|        | 1. <sup>er</sup> Día | 1. <sup>a</sup> semana | 2. <sup>a</sup> semana | 3. <sup>a</sup> semana |
| FECHA  |                      |                        |                        |                        |
|        |                      |                        |                        |                        |

### BIOMICROSCOPIA

| POST QX         |                       | 1. <sup>er</sup> Día | 1. <sup>a</sup> semana | 2. <sup>a</sup> semana | 3. <sup>a</sup> semana |
|-----------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                 |                       |                      |                        |                        |                        |
| FECHA           |                       |                      |                        |                        |                        |
| Córnea          | Edema                 |                      |                        |                        |                        |
|                 | Estrías               |                      |                        |                        |                        |
|                 | Quemaduras            |                      |                        |                        |                        |
|                 | Otros                 |                      |                        |                        |                        |
| Cámara Anterior | Hifema                |                      |                        |                        |                        |
|                 | Tyndal                |                      |                        |                        |                        |
|                 | Flare                 |                      |                        |                        |                        |
|                 | Restos Cort           |                      |                        |                        |                        |
|                 | Otros                 |                      |                        |                        |                        |
| Pupila          | Anisocoria (diámetro) |                      |                        |                        |                        |
| Iris            | Lesiones              |                      |                        |                        |                        |
| LIO             | Pigmentos             |                      |                        |                        |                        |
| Otros           |                       |                      |                        |                        |                        |

## EVALUACIÓN AL ALTA

### REFRACCIÓN

| PRE QX |          |     | POST QX (3era Semana) |          |     |
|--------|----------|-----|-----------------------|----------|-----|
| FECHA  |          |     | FECHA                 |          |     |
| Esfera | Cilindro | Eje | Esfera                | Cilindro | Eje |
|        |          |     |                       |          |     |
| AV     |          |     | AV                    |          |     |

### KERATOMETRÍA

|             | PRE QX | POST QX (3era. Semana) |
|-------------|--------|------------------------|
| FECHA       |        |                        |
| K mas plano |        |                        |
| K mas curvo |        |                        |

### BIOMETRÍA

|                  | PRE QX | POST QX (3era. Semana) |
|------------------|--------|------------------------|
| FECHA            |        |                        |
| Cámara anterior  |        |                        |
| Angulo camerular |        |                        |
| Paquimetría      |        |                        |