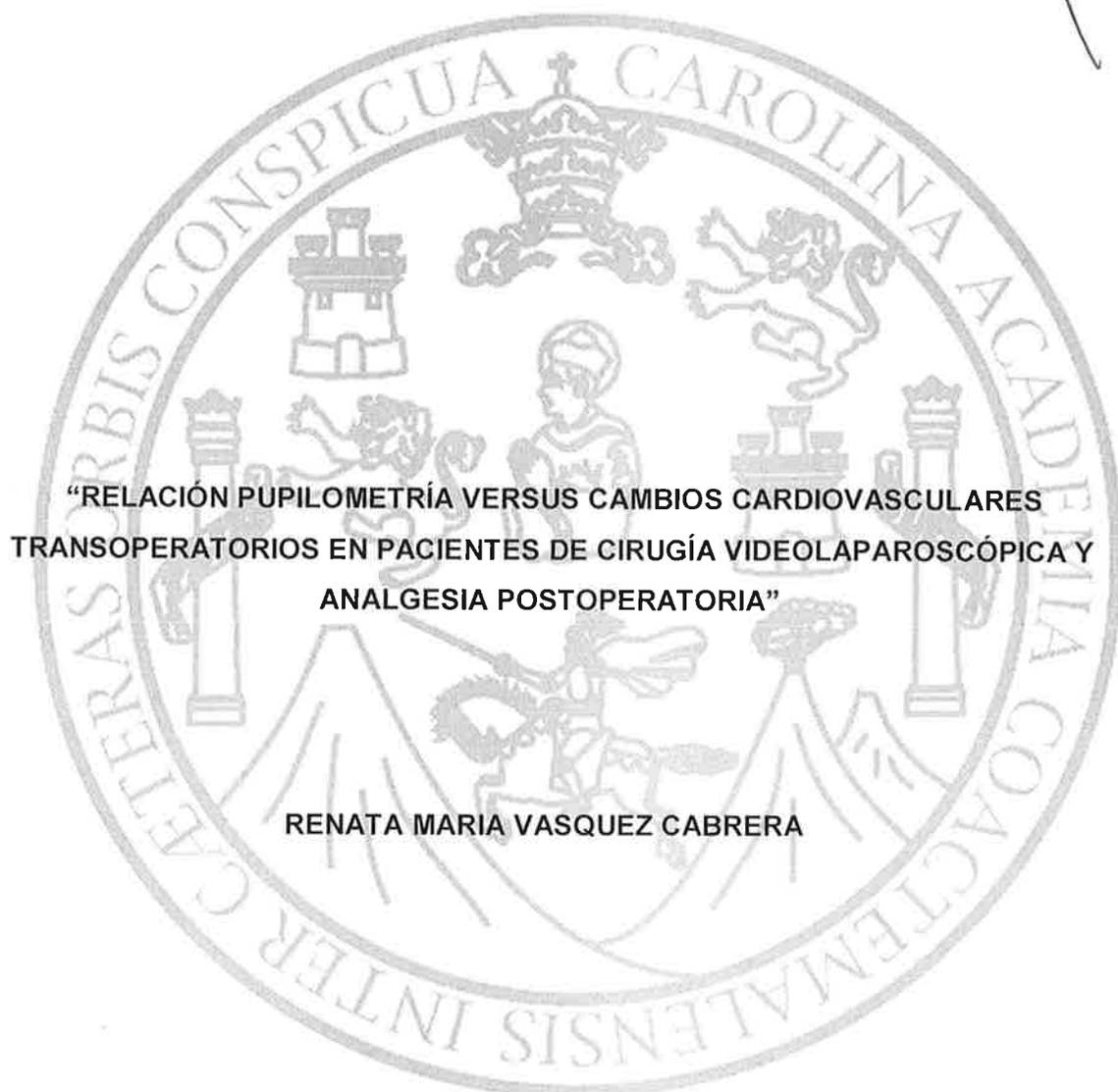


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**“RELACIÓN PUPILOMETRÍA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARES
TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA Y
ANALGESIA POSTOPERATORIA”**

RENATA MARIA VASQUEZ CABRERA

Tesis

**Presentada ante las autoridades de la
Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Para obtener el grado de Maestra en Ciencias Médicas con Especialidad en
Anestesiología**

ENERO 2020



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas

Universidad de San Carlos de Guatemala

PME.OI.203.2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

HACE CONSTAR QUE:

El (la) Doctor(a): Renata María Vásquez Cabrera

Registro Académico No.: 200718013

No. de CUI: 2594445100101

Ha presentado, para su EXAMEN PÚBLICO DE TESIS, previo a otorgar el grado de Maestro(a) en Ciencias Médicas con Especialidad en **Anestesiología**, el trabajo de TESIS **RELACIÓN PUPILOMETRÍA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARES TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGÍA VIDEOLAPAROSCOPICA Y ANALGESIA POSOPERATORIA**

Que fue asesorado por: Dra. Lucila Beatriz Mejía Rivera, MSc.

Y revisado por: Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández, MSc.

Quienes lo avalan y han firmado conformes, por lo que se emite, la ORDEN DE IMPRESIÓN para **enero 2020**

Guatemala, 15 de noviembre de 2019


Dr. Alvaro Giovanly Franco Santisteban MSc.
Director
Escuela de Estudios de Postgrado


Dr. José Arnoldo Sáenz Morales MA
Coordinador General
Programa de Maestrías y Especialidades

/emxc

Guatemala 7 de junio 2019

Doctora
Lilian Maritza Arriola González
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
Presente

Respetable Dra. Arriola:

Por este medio informo que he asesorado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **Renata María Vásquez Cabrera, carné 200718013**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula:

“RELACIÓN PUPILOMETRÍA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARES TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGÍA VIDEOLAPAROSCOPICA Y ANALGESIA POSTOPERATORIA”

Luego de la asesoría, hago constar que la Dra. **Renata María Vásquez Cabrera** ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,

Dra. Lucila Beatriz Mejía Rivera
Anestesiología
Colegiado 15,945


Dra. Lucila Beatriz Mejía Rivera MSc.
Maestría en Anestesiología
Asesor

Guatemala 7 de junio 2019

Doctora
Lilian Maritza Arriola González
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
Presente

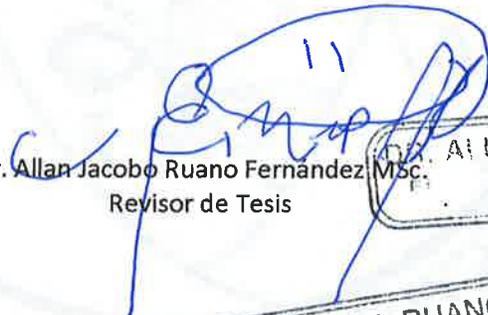
Respetable Dra. Arriola:

Por este medio informo que he revisado a fondo el informe final de graduación que presenta la Doctora **Renata María Vásquez Cabrera**, carné **200718013**, de la carrera de Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología, el cual se titula:

“RELACIÓN PUPILOMETRÍA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARES TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGÍA VIDEOLAPAROSCOPICA Y ANALGESIA POSTOPERATORIA”

Luego de la revisión, hago constar que la Dra. **Renata María Vásquez Cabrera** ha incluido las sugerencias dadas para el enriquecimiento del trabajo. Por lo anterior, emito el dictamen positivo sobre dicho trabajo y confirmo que está listo para pasar a revisión de la Unidad de Tesis de la Escuela de Estudios de Post-grado de la Facultad de Ciencias Médicas.

Atentamente,


Dr. Allan Jacobo Ruano Fernández MSc.
Revisor de Tesis

DR. ALLAN J. RUANO F.
GINECOLOGIA
MEDICINA GENERAL

DR. ALLAN J. RUANO F.
PEDIATRIA GINECOLOGIA
MEDICINA GENERAL



ESCUELA DE
ESTUDIOS DE
POSTGRADO

Facultad de Ciencias Médicas Universidad de San Carlos de Guatemala

A: **Dra. Lilian Martiza Arriola González, MSc.**
Docente Responsable
Maestría en Ciencias Médicas con Especialidad en Anestesiología
Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

Fecha Recepción: 19 de junio 2019

Fecha de dictamen: 09 de septiembre 2019

Asunto: Revisión de Informe Examen Privado

Renata María Vásquez Cabrera

“Relación pupilometría versus cambios cardiovasculares transoperatorios en pacientes de cirugía videolaparoscópica y analgesia postoperatoria.”

Sugerencias de la Revisión: Autorizar examen privado.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Dr. Mynor Iván Gudiel Morales, MSc.
Unidad de Investigación de Tesis
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc. Archivo

MIGM/karin

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la Virgen María por el don de la vida, la salud y los amaneceres llenos de sueños que motivan para seguir adelante.

A mis Padres, Silvia Maribel Cabrera Aragón de Vásquez y Mahomed Vásquez Paz por ser el pilar que sostiene nuestro hogar, siendo ejemplo de amor, entrega, superación y academia; tanto para mí como para mis hermanos Mahomed, Estuardo Enrique y Miguel Sebastián. Y espero que este logro sea motivo de orgullo, unión y satisfacción familiar. Gracias porque a pesar de la distancia siempre están ahí para mí. Los amo G⁶.

A mi abuelita Irma Aragón de Cabrera, por ser mi modelo de lucha, servicio y sobre todo superación académica. Porque me demostró que cuando uno quiere lo logra a pesar de las dificultades.

A mi esposo, Alex porque desde hace 4 años que inicio esta aventura llamada residencia, fuiste parte importante de todos los momentos buenos y malos. Apoyándome siempre junto a tu familia (Annelizze, Marco, Doña Esperancita y Don Fredy).

A mi familia y amigos, que a pesar de los altibajos de la vida siempre estuvieron presentes en diversas etapas de este camino y que junto a mi creamos historias para recordar. Pero sobre todo gracias a quienes fueron amigos y se volvieron familia.

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS.....	I
RESUMEN.....	II
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. ANTECEDENTES.....	03
III. OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo General.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
IV. MATERIAL Y METODOS.....	25
4.1 Tipo de estudio.....	25
4.2 Población.....	25
4.3 Selección y tamaño de la muestra	25
4.4 Unidad de análisis.....	25
4.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	25
4.6 Variables Estudiadas	26
4.7 Operacionalización de variables.....	27
4.8 Instrumentos utilizados para la recolección de información.....	30
4.9 Procedimientos para la recolección de información.....	31
4.10 Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación.....	32
4.11 Procedimientos de análisis de la información.....	32
4.12 Limites.....	32
V. RESULTADOS	33
VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS.....	39
6.1 Conclusiones.....	40
6.2 Recomendaciones.....	41
6.3 Aportes de la investigación.....	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
VIII. ANEXOS.....	46
8.1 Consentimiento informado	47
8.2 Boleta de recolección de datos grupo p.....	48
8.3 Boleta de recolección de datos grupo c.....	51
8.4 Pupilómetro.....	54
8.5 Escala visual análoga.....	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Edad de pacientes.....	33
Tabla 5.2 Género de pacientes.....	34
Tabla 5.3 Riesgo quirúrgico	34
Tabla 5.4 Procedimiento quirúrgico.....	35
Tabla 5.5 Dolor postoperatorio.....	36
Tabla 5.6 Opioides utilizados transoperatoriamente	37
Tabla 5.7 Analgésicos postoperatorios utilizados	38

RESUMEN

RELACIÓN PUPILOMETRÍA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARESTRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGÍA VIDEOLAPAROSCÓPICA Y ANALGESIA POSTOPERATORIA

DRA. RENATA MARÍA VASQUEZ CABRERA

Introducción: En el ámbito anestésico se implementan técnicas de monitoreo analgésico como lo es la pupilometría, que al ser utilizada de manera adecuada proporciona información útil y objetiva para la administración de opioides y manejo perioperatorio del paciente.

Objetivo: Comparar el dolor postoperatorio al utilizar pupilometría como control del refuerzo de opioides transoperatorios, y la administración de los mismos en base a cambios cardiovasculares. **Metodología:** Se realizó un estudio descriptivo prospectivo a 45 pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, durante enero-abril 2017 y enero-abril 2018. Donde se realizaron dos grupos de estudio, grupo P (pupilometría) y grupo C (cambios cardiovasculares) en los cuales se administró analgesia transoperatoria. Evaluando efectividad de cada método al valorar el consumo de opioides, dolor postoperatorio y necesidad analgésica postoperatoria.

Conclusión: La monitorización analgésica transoperatoria mediante pupilometría resultó un método confiable para la dosificación de opioides durante el procedimiento quirúrgico. Evidenciando una disminución en la cantidad de opioides requeridos (13.87%) y disminución del dolor postoperatorio inmediato (dolor leve, según EVA); en comparación con los pacientes dosificados según los cambios cardiovasculares, quienes presentaron dolor moderado.

PALABRAS CLAVE dolor, analgesia, pupilometría, pupila, hemodinamia.

I. INTRODUCCIÓN

El dolor agudo, definido como un dolor de inicio inmediato duración limitada y que aparece como consecuencia de la estimulación nociceptiva sobre los distintos tejidos y órganos, resultantes de la intervención quirúrgica (1,3). Es una complicación frecuente de todos los tipos de cirugía, y aunque se han implementado el uso de métodos menos invasivos, como la cirugía videolaparoscópica; con disminución del tiempo quirúrgico, mejoras estéticas entre otros. El dolor continúa siendo una preocupación para el anestesiólogo, quien desde el uso del éter como anestésico en 1842 es el encargado de evitarlo.

Habitualmente, la analgesia intraoperatoria en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social se controla monitorizando las variaciones hemodinámicas del paciente (presión arterial, frecuencia cardiaca),(2) en el ámbito anestésico se han realizado avances basados en la neurobiología de la nocicepción y el mecanismo de acción de los fármacos, así como en el desarrollo de técnicas anestésicas y analgésicas; para evitar complicaciones ampliamente conocidas como, náuseas, vómitos y dolor postoperatorio.

En estudios recientes, se ha determinado que la pupilometría, conocida desde 1,929, (2) es una medición adecuada para la monitorización del uso de opioides y valoración analgésica, basada en la acción muscarínica del sistema nervioso central. Debido a que el reflejo pupilar de dilatación ha demostrado que está gobernado por el sistema nervioso autónomo y reacciona ante diferentes estímulos sensoriales. Se ha relacionado con el dolor subjetivo en los individuos y estudios actuales, han demostrado su capacidad de detectar la nocicepción en los pacientes postoperados. (27)

En la actualidad, la pupilometría ha tomado auge tanto en el campo de la anestesiología, como en muchas otras disciplinas médicas (neurología, intensivo, etc) (1,2,26). Planteado su uso fidedigno para la monitorización del dolor en pacientes sometidos tanto a procedimientos quirúrgicos como a condiciones que causan dolor y requieran monitorización (ej. ventilación mecánica). Como lo demostrado en la investigación española del 2015 denominada Utilización de la monitorización analgésica intraoperatoria mediante pupilometría en el consumo de analgésicos durante las primeras 12 horas del

postoperatorio. Donde concluyeron que la monitorización de la analgesia intraoperatoria mediante pupilometría resultó un método simple y fiable que consiguió reducir la intensidad del dolor y el consumo de analgésicos en planta las primeras 12 h del postoperatorio tras cirugía mayor ginecológica. (2)

A pesar de los avances mostrados en países latinoamericanos, como México en donde se demostró que la pupilometría por infrarrojos fue útil para medir el grado de analgesia transoperatoria en pacientes bajo anestesia general, durante el 2015. (26). En Guatemala no existe ningún estudio relacionado con el adecuado monitoreo analgésico transoperatorio, por lo que la realización de dicha investigación será un aporte a la literatura médica guatemalteca y producirá evidencia que podrá ser utilizada para implementar el uso de la pupilometría como un método de monitorización analgésica que beneficie transoperatoriamente al paciente, logrando un impacto significativo en la analgesia postoperatoria inmediata. Así como también fomentara la investigación de métodos más confiables que mejoren el monitoreo del dolor transoperatorio.

Esta investigación presenta como objetivo mostrar la importancia de utilizar pupilometría como parte de la monitorización estándar anestesiológica. Al comparar el dolor postoperatorio al utilizar pupilometría como control del refuerzo de opioides transoperatorios, y la administración de los mismos con base en cambios cardiovasculares, en pacientes a quienes se les realiza cirugías videolaparoscópicas en el Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

Entre los resultados obtenidos se demuestra una disminución en el uso de fentanyl transoperatorio del 13.87%, al igual que una disminución en la intensidad del dolor postoperatorio en los pacientes monitoreados con el método de pupilometría.

II. ANTECEDENTES

2.1 PUPILOMETRÍA Y ANESTESIA

El reflejo pupilar de dilatación ha demostrado que está gobernado por el sistema nervioso autónomo y reacciona ante diferentes estímulos sensoriales. Se relaciona con el dolor subjetivo en los individuos y estudios han demostrado su capacidad de detectar la nocicepción en los pacientes postoperatorios. (27)

El reflejo de dilatación pupilar, refleja la interacción entre el sistema nervioso simpático y parasimpático; y se ha utilizado para evaluar las funciones del tronco encefálico de los pacientes comatosos, no estando presente en los donantes de órganos con muerte cerebral. La estimulación dolorosa dilata la pupila en los humanos. En ausencia de anestesia, la dilatación es mediada por el sistema nervios simpático. Sin embargo, durante la anestesia la dilatación se debe principalmente a la inhibición de los músculos parasimpáticos del mesencéfalo. (19)

El diámetro de la pupila que es un equilibrio entre el simpático, que dilata y el parasimpático, que la constriñe; se ve afectado por estímulos que afecten la respuesta de ambos. Debido a ello se han realizado estudios que han demostrado que la dilatación que se produce y refleja el dolor es atenuada por agentes analgésicos; especialmente opioides. (20)

2.2 SISTEMA NERVIOSO AUTOMO (SNA)

Es un componente importante del sistema nervioso constituido por un complejo conjunto de neuronas y vías nerviosas que controlan la función de los diferentes sistemas viscerales del organismo. Encargado de mantener homeostasis del organismo y efectuar las respuestas de adaptación ante cambios del medioambiente externo e interno. Integrado por tres componentes eferentes: simpático, parasimpático y entérico; inerva el músculo cardíaco, el músculo liso de todos los órganos y las glándulas exocrinas y endocrinas. Regulando así la respiración, circulación, digestión, metabolismo, secreción glandular, temperatura corporal, reproducción y, además, coordina todas estas funciones vitales para mantener la homeostasis. La integración de sus actividades ocurre a todos los niveles del eje cerebroespinal y la actividad eferente puede ser iniciada a partir de centros localizados en la médula espinal, tronco encefálico e hipotálamo. La corteza cerebral es el nivel más alto de

integración somática y del sistema nervioso autónomo. Habitualmente regula las funciones de los órganos mediante reflejos viscerales inconscientes y que en ocasiones se producen como respuesta a cambios en actividades somáticas motoras y sensoriales. Aunque la mayoría de las funciones reguladas por el sistema nervioso autónomo se encuentran fuera del control consciente, las emociones y los estímulos somatosensoriales lo pueden influenciar profundamente (4,5).

El principal centro organizativo del sistema nervioso autónomo es el hipotálamo, controlando todas las funciones vitales e integrando los sistemas autónomo y neuroendocrino. El sistema nervioso simpático (SNS) está controlado por el núcleo postero lateral y el sistema nervioso parasimpático (SNP) está controlado por núcleos del hipotálamo medial y anterior. En el tronco encefálico y amígdalas cerebelosas, están localizados los centros de organización y respuesta aguda del sistema nervioso autónomo; integran los ajustes hemodinámicos momentáneos y mantienen la automaticidad de la ventilación. Es la integración de los impulsos aferentes y eferentes a este nivel que permite la actividad tónica que lo caracteriza. El núcleo del tracto solitario, localizado en la médula, es el principal centro de llegada de la información procedente de los quimiorreceptores y barorreceptores a través de los nervios glossofaríngeo y vago (4,5).

2.2.1 Estructura Sistema Nervioso Autónomo Las vías eefectoras de los sistemas simpático y parasimpático constan, típicamente, de una cadena de dos neuronas. Una neurona preganglionar, cuyo soma se localiza en el sistema nervioso central y envía su axón para sinaptar con una neurona posganglionar, cuyo soma está en un ganglio autonómico y que a su vez inerva los órganos diana. Los ganglios simpáticos se sitúan cerca de la médula espinal, para o prevertebrales, con lo que las fibras posganglionares tienen un trayecto relativamente largo. Por el contrario, los ganglios parasimpáticos yacen cerca o dentro de las estructuras viscerales, lo que resulta en fibras posganglionares cortas. Las fibras preganglionares son mielínicas delgadas de tipo B o amielínicas C, mientras que las posganglionares son mayoritariamente amielínicas. La mayor parte de las vísceras reciben una inervación doble del SNA, tanto por parte del simpático como del parasimpático. En general, las dos divisiones funcionan integradamente en el control visceral y ejercen efectos opuestos sobre cada órgano. (4)

2.2.2 Tono simpático y parasimpático Tanto el sistema nervioso simpático como el parasimpático mantienen una actividad constante que se conoce como tono simpático y tono parasimpático. Ello permite que en un momento dado, la actividad de cada uno de estos dos sistemas pueda aumentar o disminuir. El tono simpático mantiene en condiciones normales a casi todos los vasos sanguíneos constreñidos hasta aproximadamente la mitad de su diámetro máximo. Si aumenta la actividad simpática se producirá una constricción adicional, y en cambio si hay una disminución de la actividad simpática se producirá una vasodilatación. El tono simpático y parasimpático depende de la actividad de los centros superiores del tronco cerebral; una parte del tono simpático resulta de la secreción basal de noradrenalina y adrenalina por la médula suprarrenal.

2.2.3 Activación del sistema nervioso simpático Puede activarse de forma masiva. Esto ocurre cuando el hipotálamo es activado por un determinado evento, como un estímulo doloroso o emocional muy intensos y en consecuencia se produce una reacción generalizada en todo el organismo, conocida como reacción de alarma o de estrés; reacción de lucha o huida. Con la descarga simpática masiva el organismo se pone en marcha para llevar a cabo una actividad muscular enérgica, aumenta la presión arterial, aumenta el flujo sanguíneo en los músculos activos y lo disminuye en los órganos innecesarios para una actividad rápida; aumenta de forma generalizada el metabolismo celular, la glucólisis muscular, la fuerza muscular, y la actividad mental. Todo ello permite realizar una actividad física agotadora. Otras veces, la activación del sistema nervioso simpático se produce de forma selectiva. Ello ocurre por ejemplo en el proceso de regulación térmica donde se controla el sudor y el volumen de sangre que pasa por la piel sin que se vean afectados otros órganos. Muchos reflejos locales que afectan a la médula espinal, pero no a centros más superiores del SNC, afectan sólo a zonas muy concretas, como por ejemplo la vasodilatación cutánea local originada por el calentamiento de una zona de la piel.

2.2.4 Activación del sistema nervioso parasimpático Al contrario de lo que ocurre con el sistema nervioso simpático, el sistema nervioso parasimpático se relaciona con procesos de descanso, y su activación está orientada al ahorro de

energía. Así, la activación parasimpática produce una disminución de la frecuencia cardíaca, de la velocidad de conducción seno-auricular y aurículo-ventricular, constricción del músculo liso bronquial, miosis, etc. Los signos de descarga parasimpática son las náuseas, vómitos, aumento del peristaltismo intestinal, enuresis y defecación. También origina un aumento de las secreciones. Sin embargo, la mayor parte de los reflejos parasimpáticos son relativamente específicos; así por ejemplo, es posible una bradicardia por estímulo vagal, sin otras alteraciones concomitantes ya que los reflejos parasimpáticos cardiovasculares suelen actuar sólo sobre el corazón; otro ejemplo es el reflejo de vaciamiento rectal, sin afectación del resto del intestino.

2.2.5 Sistemas endocrinos Controlan la presión arterial y regulan la homeostasis. Estos sistemas incluyen el eje renina angiotensina, la liberación de hormona antidiurética (ADH), glucocorticoides e insulina. A pesar de que el principal estímulo para la secreción de ADH es la osmolaridad plasmática, su liberación también se estimula con la caída de la presión venosa, a través de los receptores auriculares y por la hipotensión, a través de los barorreceptores carotídeos. El estrés, el dolor, la hipoxia, así como la anestesia y la cirugía también estimulan la liberación ADH. En el páncreas, el estímulo β induce la secreción de insulina, mientras que el estímulo α produce el efecto contrario. La angiotensina II es un potente vasoconstrictor arterial directo que también actúa en las glándulas suprarrenales, estimulando la secreción de aldosterona y de adrenalina. También aumenta la liberación de NA a través de los receptores presinápticos incrementando el tono simpático periférico. El estímulo β sobre las células yuxtaglomerulares del riñón incrementa la secreción de renina. Los glucocorticoides modulan la síntesis de adrenalina. (28,29)

2.3 REFLEJOS AUTONÓMICOS

Muchas de las funciones viscerales del cuerpo están reguladas por circuitos reflejos autonómicos. Los componentes eferentes del SNA se activan o inhiben por las señales aferentes mediante vías reflejas, independientes de la voluntad. Sin embargo, estos circuitos reflejos son frecuentemente modulados por las señales de estructuras centrales que integran las respuestas somáticas y autonómicas. (5,28,29)

2.3.1 Reflejo barorreceptor Los barorreceptores son mecanorreceptores situados en la pared de las arterias carótidas y aorta, que responden con extrema sensibilidad y rapidez ante variaciones del estiramiento de la pared arterial. Los barorreceptores son excitados por estiramiento, causado por elevaciones de la presión arterial, y envían una mayor frecuencia de impulsos por las vías aferentes, que siguen los nervios glosofaríngeo y vago, respectivamente, hasta el NTS; de éste se envían señales que van a los centros de control bulbares para excitar el centro parasimpático (en los núcleos dorsal del vago y en el ambiguo) y para inhibir el centro vasomotor simpático (núcleos rostral y caudal del bulbo ventrolateral, que proyectan a la columna intermediolateral simpática). Los efectos netos son vasodilatación periférica y disminución de la frecuencia y la contractilidad cardíacas. En consecuencia, la excitación de los barorreceptores provoca un descenso reflejo de la presión arterial, debido tanto a una disminución de las resistencias del sistema vascular como a una disminución del gasto cardíaco. Por el contrario, la reducción de la presión arterial tiene unos efectos opuestos sobre el circuito barorreceptor, que causan un ascenso de la presión arterial hasta valores normales. La actuación del reflejo barorreceptor es rápida, y regula segundo a segundo la presión arterial sistémica; de hecho, la frecuencia de descarga de los barorreceptores aumenta durante la sístole y baja durante la diástole en cada ciclo cardíaco. Su actuación es, en consecuencia, predominante en la regulación de la presión arterial a corto plazo, y responde mucho más ante variaciones rápidas que no ante niveles de presión estacionarios. Por el contrario, el sistema barorreceptor tiene escasa importancia en la regulación a largo plazo, dado que los barorreceptores se adaptan en uno o dos días a cualquier nivel de presión al que están expuestos de manera continuada (5).

2.3.2 Respuestas pupilares El músculo liso del iris está constituido por unas fibras de disposición circular y otras de disposición radial. La contracción de las primeras, cuya inervación es parasimpática, provoca miosis y la de las segundas, inervadas por el simpático, midriasis. La inervación parasimpática del iris se origina en el núcleo de Edinger-Westphal. Las fibras preganglionares salen de dicho núcleo acompañando al III par craneal y siguen el trayecto de éste hasta llegar al ganglio ciliar, situado por detrás del globo ocular. Desde el ganglio ciliar parten las

fibras posganglionares que van a inervar el músculo ciliar, responsable de la acomodación, y el músculo constrictor del iris. La neurotransmisión a este nivel es colinérgica. Respecto a la inervación simpática, un primer grupo de fibras centrales se originan en el hipotálamo, desde donde descienden hasta alcanzar las astas intermediolaterales de los primeros segmentos torácicos de la médula espinal. Aquí forman sinapsis con neuronas que envían fibras preganglionares hasta el ganglio simpático cervical superior, donde se originan las fibras posganglionares que van hasta el globo ocular, en el que inervan las fibras radiales dilatadoras del iris y el músculo elevador del párpado (músculo de Müller). Estas últimas sinapsis son adrenérgicas. Desde el punto de vista funcional, hay que destacar que el sistema parasimpático es constrictor y el simpático dilatador de la pupila. Esta doble inervación del iris conlleva que una pupila miótica pueda deberse a una disminución de la actividad simpática o bien a un aumento de la actividad parasimpática, y lo contrario en el caso de una pupila midriática (5).

2.4 LA PUPILA

Es un orificio habitualmente circular, situado por lo general en el centro del iris. El diámetro medio es de 3 a 5mm. (6,7). El diámetro pupilar resulta del balance entre el músculo esfínter de la pupila y las fibras radiales del iris que tienen, únicamente, inervación autónoma. La constricción de la pupila, modulada por el músculo esfínter, se debe a la acción de las fibras parasimpáticas que hacen sinapsis en el ganglio ciliar. La dilatación pupilar ocurre por la activación de fibras provenientes del hipotálamo y de otras fibras subcorticales que descienden por el segmento del cerebro medio, tallo cerebral y médula cervical, para hacer sinapsis en las neuronas ubicadas en los cuernos laterales de la médula espinal. Estas fibras prosiguen hacia el ganglio estrellado, hacen sinapsis en el ganglio cervical superior y sus fibras posganglionares cursan con la arteria carótida interna para alcanzar el ojo a través de los nervios ciliares largos. (1) Es importante considerar que la pupila es diferente entre individuos y, además, entre los ojos del mismo sujeto, con asimetrías hasta de un 20 por ciento en individuos normales que, pocas veces, supera los 0.5mm. (1,7).

De manera convencional las respuestas pupilares se evocan mediante la exposición a la luz y al acercar un objeto a los ojos. Su tamaño depende de la cantidad de luz con que se estimule el sistema ocular, así como el tipo, calidad y cantidad de estímulos externos a los que exponga; varía con la edad, color del iris y la armonía entre los sistemas parasimpático

y simpático. El tamaño normal esta dado, además, en un grado limitado por estímulos somatosensoriales, cocleares y vestibulares. (1)

2.4.1 Inervación simpática pupilar: Consta de 3 neuronas; una central que empieza en el hipotálamo posterior y desciende, sin cruzarse, hacia abajo por el tronco cerebral para terminar en el centro cilioespinal de Budge, en el cuerno intermediolateral de la medula espinal, localizado entre C8 Y T2. Y dos ganglionares divididas en preganglionar, que pasa desde el centro cilioespinal de Bugde hasta el ganglio cervical superior en el cuello, que está íntimamente relacionado con la pleura apical; y postganglionar, la cual asciende a lo largo de la arteria carótida interna para entrar en el seno cavernoso, donde se unen con la división oftálmica del nervio trigémino. Las fibras simpáticas alcanzan el cuerpo ciliar y el musculo dilatador de la pupila a través del nervio nasociliar y los nervios ciliares largos. (7,8).

2.4.2 Diámetro Pupilar e Interacción

Farmacológicos Existen fármacos que interactúan en la contracción y dilatación pupilar, estos dependen del sitio de acción en el que actúan, por ejemplo los fármacos que bloquean los receptores muscarínicos en el iris, como la atropina, provocan un aumento en la latencia de la respuesta y reducen la amplitud de la contracción, mientras que los fármacos que reducen los impulsos del sistema nervioso simpático (clonidina) disminuyen la velocidad de relajación del esfínter pupilar. (9)

- **Relajantes musculares** en dosis altas pueden provocar un bloqueo completo de la respuesta muscular a la estimulación periférica y no se observaron cambios en la respuesta pupilar.
- **Barbitúricos y benzodiazepinas** dosis elevadas de barbitúricos para el tratamiento del estatus epiléptico producen abolición completa de los reflejos de tronco cerebral a excepción del reflejo fotomotor, aunque se han descrito casos de ausencia de reflejos pupilares simulando muerte encefálica. (9)
- **Fármacos vasoactivos** La dopamina (agonista α -1 adrenérgico) administrada a altas dosis puede ocasionar una midriasis no reactiva durante la anestesia

general. En pacientes con feocromocitoma se han observado respuestas pupilares anómalas, que simulan la muerte cerebral, probablemente por una hiperestimulación adrenérgica del iris. (9)

- **Fármacos antidepresivos** Los efectos de los antidepresivos tricíclicos sobre la cinética del reflejo pupilar han sido motivo de interés por parte de algunos investigadores. Es conocido que la mayoría de estos fármacos afectan tanto la respuesta simpática como la parasimpática. El efecto más común de los antidepresivos tricíclicos es potenciar el efecto simpático por bloqueo de la recaptación de noradrenalina en la sinapsis (receptores α -2), e inhibir el efecto parasimpático por bloqueo muscarínico postsináptico. (9)

Temperatura

- **Hipotermia** la hipotermia moderada no altera el reflejo pupilar, mientras que si es profunda ($< 28^{\circ}\text{C}$) puede ocasionar abolición completa de los reflejos pupilares y del tronco cerebral.
- **Hipertermia** aumenta de forma significativa el diámetro pupilar y el porcentaje de contracción (variación entre el diámetro máximo y el diámetro mínimo), revirtiendo parcialmente la inhibición del reflejo fotomotor inducida por los anestésicos. (9)

Cabe recordar que el tiempo de latencia y la amplitud de la contracción pupilar están determinados por la actividad del sistema nervioso parasimpático, mientras que la velocidad de relajación está determinada por el sistema nervioso simpático. Además, las velocidades de contracción y relajación pupilar también dependen del diámetro inicial de las pupilas.

2.5 DOLOR

Según la International Association for the Study of Pain (IASP) es definido como una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a daño tisular real o potencial, o bien descrita en términos de tal daño (10,11). Aparece siempre que cualquier tejido resulta dañado y hace que el individuo reaccione apartando el estímulo. Iniciando el proceso doloroso con la activación y sensibilización periférica donde tiene lugar la transducción por la

cual un estímulo nociceptivo se transforma en impulso eléctrico. La fibra nerviosa estimulada inicia un impulso nervioso denominado potencial de acción que es conducido hasta la segunda neurona localizada en el asta dorsal de la médula, la transmisión. En el proceso de modulación, en el asta dorsal de la médula, intervienen las proyecciones de las fibras periféricas y las fibras descendentes de centros superiores. La transmisión de los impulsos depende de la acción de los neurotransmisores. Por último, tiene lugar el reconocimiento por parte de los centros superiores del Sistema nervioso central o integración. (4)

El dolor puede ser clasificado en dos tipos, el de tipo rápido que se siente en cuestión de 0.1 segundos después de haber aplicado el estímulo, y el dolor lento que no empieza hasta pasado un mínimo de 1 segundo y a continuación crece con lentitud a lo largo de muchos segundos y en ocasiones hasta minuto. (4). El principal tiempo de dolor que se presenta con el inicio de la cirugía es el de tipo rápido, el cual se da cuando se incide la piel. Mientras que dolor lento se asocia normalmente a destrucción tisular, piel y casi en cualquier otro tejido u órgano profundo. Para iniciar la señal del dolor son necesarios los receptores del mismo que son terminaciones nerviosas libres que se encuentran en la piel y tejidos, y se extienden por las capas superficiales de estos. Esta señal es producida por múltiples tipos de estímulo, como mecánicos, térmicos, y químicos. El dolor rápido se asocia a los primeros dos mientras que el lento a cualquiera de los tres. Durante el proceso quirúrgico, luego del el dolor rápido producido en el inicio, el principal desencadenante del dolor durante la cirugía son los compuestos químicos resultantes de la destrucción tisular, provocando especialmente dolor tipo lento. (10)

2.6 DOLOR POSTOPERATORIO (DAP)

Es definido como un dolor de inicio reciente, duración limitada y que aparece como consecuencia de la estimulación nociceptiva sobre los distintos tejidos y órganos, resultantes de la intervención quirúrgica. Su característica más destacada es que presenta una intensidad máxima en las primeras 24 horas y disminuye progresivamente. (12,29,30)

2.6.1 Factores Predisponentes: existen diferentes factores que pueden predisponer al paciente a sufrir diferentes niveles de dolor postoperatorios, entre ellos los más importantes pueden clasificarse en:

- **Derivados de la cirugía** el tipo de cirugía es uno de los de mayor relevancia. Dentro de las cirugías, la ortopédica mayor y la cirugía abierta abdominal se acompañan de dolor más intenso. También, la duración de la cirugía (si excede de 90 minutos un 10% de los pacientes presenta dolor intenso y si se prolonga a 120 minutos, este porcentaje se sitúa en el 20%). El tipo de cirugía está asociado con diferentes patrones de dolor y consecuentemente modifica la efectividad de los analgésicos y sus efectos adversos. Por tanto, es de gran importancia prever su intensidad según el procedimiento para poder optimizar el manejo del mismo. (12,30).
- **Derivados del paciente** ansiedad, dolor preoperatorio y la edad, son los que mayor influencia tienen. A ellos se les asocian otros como lo son el estado físico del paciente (los pacientes ASA I sufren dolor más intenso) así como los requerimientos de opioides en el intraoperatorio. (11,12,30).

2.6.2 Implicaciones

- **Clínicas** El dolor postoperatorio mal controlado limita la movilización del paciente, compromete la función pulmonar y posiblemente aumenta la morbilidad. Para estos pacientes, si no se trata el dolor conduce a la disminución de la capacidad de participar en los primeros regímenes de rehabilitación y como resultado, están en un mayor riesgo para desarrollar estasis venosa debido a la inmovilidad, atelectasia, secreciones respiratorias retenidas y neumonía debido a las respiraciones superficiales. (11)
- **Económicas y sociales** Otras consecuencias del DAP conciernen a la calidad asistencial y los costes derivados. Desde un punto de vista económico, se asocia con un aumento de la estancia hospitalaria y de los ingresos inesperados. Si el proceso se complica con la aparición de un síndrome de dolor crónico postoperatorio, los costes generados en el futuro serán muy elevados, especialmente si el paciente es joven por razones obvias de esperanza de vida. El dolor también está relacionado con un aumento de los ingresos no previstos y readmisiones tras el alta de la cirugía sin ingreso. La incidencia de ingresos no previstos se estima entre el 0,3 y el 9,5%, siendo la principal razón la presencia de dolor no controlado. Al mismo tiempo, la presencia de DAP agrava el deterioro funcional, limita la realización de las actividades diarias, la movilización y la

capacidad de participar en la rehabilitación postoperatoria, retrasando el retorno a la vida laboral, lo que representa un incremento de los costes indirectos. Finalmente, también supone un aumento de las cargas a la familia y de las consultas realizadas a los médicos de Atención Primaria. (12,29)

2.7 VALORACIÓN DEL DOLOR

La evaluación del dolor en el ámbito clínico es necesaria para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad o del mismo dolor. (9) En la unidad de cuidados post anestésicos es muy importante, ya que no tratarlo puede conducir a malestar e insatisfacción del paciente e incluso causar el desarrollo de post- crónica dolor quirúrgico.

2.7.1 Medición subjetiva del dolor Es la forma más frecuentemente utilizada para medir el dolor. En este grupo existen numerosos métodos psicofísicos para evaluar los distintos rangos de dolor, tanto si éste se considera desde un punto de vista unidimensional o puntual, tanto como si se evalúa desde un punto de vista más complejo o multidimensional. De esta forma, el campo de medición del dolor supraliminal puede ser dividido en tres categorías: unidimensionales, que tratan el dolor como una dimensión única o simple, y valoran exclusivamente su intensidad. Métodos duales, que consideran dos dimensiones, la intensidad del dolor y la sensación de disconfort asociada y métodos multidimensionales los cuales valoran aspectos sensoriales y no sensoriales de la experiencia dolorosa incluyendo su intensidad, cualidad y aspectos emocionales. (10, 13, 14,29)

2.7.2 Medición unidimensional La intensidad el que se ha convertido en el principal protagonista, en cuanto que ha acaparado la práctica totalidad de la atención de los investigadores. Así, la medición subjetiva simple aborda el dolor desde un concepto unidimensional, como un fenómeno unitario, y por tanto mide tan sólo su intensidad. Los parámetros unidimensionales más utilizados para medir la respuesta dolorosa, de uso común para estudiar el dolor experimental, son: el umbral doloroso, umbral discriminativo, tolerancia al dolor; y la escala discriminativa. El umbral doloroso se define como el punto de estimulación en que el individuo comienza a percibir una sensación como dolorosa o como la intensidad de estímulo capaz de provocar en un sujeto la aparición de dolor en un 50% de las

ocasiones. En general se comienza con estímulos de baja intensidad para ir aumentando gradualmente ésta, hasta que el individuo refiere dolor; en este punto se aplica un estímulo de mayor intensidad y a continuación se procede a la aplicación de estímulos de intensidad decreciente, anotando el momento en que el individuo deja de percibir dolor. (10, 13, 14)

2.7.3 Escala visual analógica (EVA) Ideada por Scott Huskinson en 1976, es el método de medición empleado con más frecuencia en muchos centros de evaluación del dolor. Consiste en una línea de 10 cm que representa el espectro continuo de la experiencia dolorosa. La línea puede ser vertical u horizontal y termina en ángulo recto en sus extremos. Sólo en los extremos aparecen descripciones, no dolor en un extremo y el peor dolor imaginable en el otro, sin ninguna otra descripción a lo largo de la línea. Su principal ventaja estriba en el hecho de que no contienen números o palabras descriptivas. Al paciente no se le pide que describa su dolor con palabras específicas, sino que es libre de indicarnos sobre una línea continua la intensidad de su sensación dolorosa en relación con los dos extremos de la misma. (12,29) Es un instrumento simple, sólido, sensible y reproducible, siendo útil para reevaluar el dolor en el mismo paciente en diferentes ocasiones. Su validez para la medición del dolor experimental ha sido demostrada en numerosos estudios y su fiabilidad también ha sido recientemente evaluada, encontrándose satisfactoria. Su principal ventaja es que no tiene números ni palabras descriptivas. El paciente indica sobre la línea continua la intensidad de su dolor en relación a los extremos de la misma. Es un método simple, sólido, sensible, fiable y reproducible, resultado útil para reevaluar a un mismo paciente en diferentes ocasiones. Es muy utilizada, aportando información fiable acerca del componente sensitivo de la experiencia dolorosa. (12).

Ha sido universalmente utilizada para la valoración de la intensidad sensorial y el discomfort de inducciones dolorosas experimentales, y para evaluar los mecanismos y eficacia de intervenciones farmacológicas y no farmacológicas. (12). El primer estímulo (fijo o arbitrario) se considera el estímulo estándar, y la primera respuesta valorada constituye el modelo de partida. (13)

La mayor parte de problemas con EVA deriva de la incapacidad de entender el concepto, las variaciones en la reproducibilidad (sobre todo en la longitud de la escala) y las dudas que pueda generar la relación de la medición con la experiencia del dolor. Todas las herramientas de medición son susceptibles de errores y la VAS no es ninguna excepción pero, si la escala se reproduce guardando las dimensiones originales y además se explica de manera que el paciente pueda entender su empleo, es una herramienta muy fiable para la valoración de la intensidad del dolor. (15).

Descripción de la EVA de acuerdo al grado del dolor

Dolor leve (EVA 1 a 3)	El dolor con características de baja intensidad
Dolor moderado (EVA 4 a 7)	El dolor con características de intensidad media
Dolor Severo (EVA 8 a 10)	El dolor intenso

(Guevara, 2005) (16)

2.8 OPIOIDES

Con este nombre se hacen referencia a todos los compuestos relacionados con el opio; derivada de griego opos; jugo. Se encuentra en el jugo de la adormidera o planta del opio, Papaver somniferum. Su origen remonta desde el siglo III a.C.; pero la primera descripción aislada ocurrió en 1806 por Sertüerner, al producir la morfina. Después de ello ha ido modificándose al paso de los años a los medicamentos conocidos en la actualidad. (17)

Los opiáceos derivan del opio y pueden clasificarse en naturales, sintéticos y semisintéticos; todos derivados de los primeros. Los naturales se pueden dividir en dos clases químicas: los fenantrenos (morfina y codeína) y las benzilisoquinolinas (papaverina). Los opioides semisintéticos son derivados de la morfina, de la que se han realizado numerosas modificaciones. Los opioides sintéticos se clasifican en cuatro grupos: los derivados de la

morfina (levorfanol), los derivados difenílicos o de la metadona (metadona y d-propoxifeno), los benzomorfanos (fenazocina y pentazocina) y los derivados de la fenilpiperidina (meperidina, fentanilo, alfentanilo, sufentanilo y remifentanilo). (17,18).

Los opioides son bases débiles. Cuando se disuelven en una solución, se disocian en las fracciones ionizadas y la base libre, y la proporción relativa de cada uno de estos componentes depende del pH y de la pK. La fracción de base libre es más liposoluble que la ionizada. La liposolubilidad facilita el transporte del opioide a la biofase o sitio de acción. Por tanto, los opioides muy liposolubles tienen un inicio de acción más rápido. Sin embargo, como el receptor opioide reconoce la molécula del opioide en la forma ionizada, la intensidad del efecto se relaciona de forma estrecha con la concentración ionizada del fármaco en la biofase. (17,18).

Todos los opioides se encuentran, en cierta medida, unidos a proteínas plasmáticas, como la albúmina y la glucoproteína ácida. Sólo la fracción no ionizada, no unida a proteína, constituye la fracción que puede difundir y genera un gradiente de concentración que produce la difusión de los opioides desde la sangre al tejido. Así, la velocidad de inicio del efecto del opioide está influida tanto por la liposolubilidad como por la unión a proteínas. Tras la inyección intravenosa aumenta la concentración plasmática arterial de los opioides para alcanzar el pico en el tiempo de una circulación completa. Más tarde sufren una fase de redistribución rápida y una fase de eliminación más lenta, típica de los fármacos cuya farmacocinética se adapta a un modelo compartimental. Tras la administración en un compartimento central, los opioides se eliminan (por excreción o biotransformación) o se distribuyen en compartimentos periféricos. En general, el aclaramiento de los opioides del plasma tiene lugar por biotransformación en el hígado. (19)

Su efecto analgésico deriva de su capacidad de inhibir directamente la transmisión ascendente de la información nociceptiva desde el asta dorsal de la médula espinal y de activar los circuitos de control del dolor que descienden desde el mesencéfalo a través de la médula ventromedial rostral hasta el asta dorsal de la médula espinal (Miller, 2010.). Los receptores opioides se expresan en distintas zonas del sistema nervioso central. Entre dichas zonas se encuentran la amígdala, la formación reticular mesencefálica, médula ventro medial rostral. El efecto de los opioides modula la transmisión nociceptiva en la asta dorsal de la médula espinal a través de la acción de la vía de inhibición descendente. Por tanto, los opioides no sólo causan analgesia por el efecto directo en la médula espinal, sino también por la interacción con las neuronas localizadas en lugares distantes al sitio donde se

administran los opioides. El efecto de los agonistas de los receptores es invariablemente analgésico, mientras que los agonistas del receptor κ pueden ser analgésicos o antianalgésicos. (17,19)

El efecto analgésico de los opioides se debe a los mecanismos locales en la médula espinal, además de a la inhibición de los circuitos descendentes. En la médula espinal, los opioides actúan en las sinapsis, tanto en la zona presináptica como en la postsináptica. En el asta dorsal de la médula espinal existe una gran unión del opioide con el receptor, y se detecta poca expresión de ARNm del receptor, aunque en los ganglios de la raíz dorsal existen niveles elevados de ARNm del receptor opioide. Esta distribución sugiere que el efecto de los agonistas de los receptores opioides que interviene en la analgesia en la médula espinal podría ser sobre todo presináptico. Se sabe que los opioides reducen la liberación de taquicininas inducida por el dolor a partir de los nociceptores aferentes primarios. Sin embargo, se ha demostrado que al menos el 80% de las taquicininas que producen señal como respuesta a estímulos dolorosos siguen intactas después de la administración intradural de dosis altas de opioides.

El mecanismo de acción de los opioides implica la estimulación de receptores μ y κ situados en el centro (tronco cerebral, el hipotálamo, sistema límbico, sustancia gelatinosa de la médula espinal) y periféricamente (tracto gastrointestinal, receptores periféricos de histamina). Algunos de los efectos secundarios causados por los opioides son mediados principalmente por los receptores situados en la periferia (náuseas, vómitos, prurito). Estos efectos secundarios son dependientes de la dosis. (11)

Una característica esencial de la analgesia por opioides es que no se asocia a pérdida de conocimiento. No sólo afectan a la sensación del dolor, sino que también influyen en la respuesta afectiva al mismo. Sin embargo, está claro que la alteración de la respuesta emocional al estímulo doloroso no es el único mecanismo por el que se produce la analgesia. El efecto antinociceptivo que ejerce un opioide viene determinado por el estímulo nociceptivo y por la eficacia intrínseca del opioide.

La morfina y la mayoría de los agonistas de los receptores delta y kappa producen constricción de las pupilas a través de un efecto excitador del nervio parasimpático que inerva la pupila. Los opioides interfieren en la inhibición cortical del núcleo de Edinger-Westphal y causan constricción pupilar. Se ha demostrado que el alfentanilo atenúa, de un modo que depende de la dosis, el reflejo de dilatación pupilar que suelen provocar los estímulos dolorosos de los pacientes anestesiados. (17)

2.8.1 Fentanyl

Agonista opiáceo sintético. Derivado de la fenilpiperidina. Utiliza el modelo tricompartmental. Los pulmones ejercen un efecto de primer paso significativo, y captan de forma transitoria alrededor del 75% de la dosis de fentanyl que se ha inyectado. Aproximadamente el 80% del fentanyl se une a proteínas plasmáticas, y una cantidad considerable (40%) es captada por los hematíes. Tiene una semivida relativamente larga, en gran medida debido a su amplia distribución en los tejidos corporales. Se metaboliza sobre todo en el hígado mediante N-dealquilación e hidroxilación. Los metabolitos comienzan a aparecer en el plasma 1,5 minutos tras la inyección. En el ser humano, el norfentanilo, su principal metabolito, se puede detectar en la orina hasta 48 horas después de la administración de fentanyl intravenoso.

La inducción de la anestesia suele obtenerse combinando una dosis de carga de fentanyl (2 -6 mcg/kg) con un hipnótico sedante, a menudo tiopental o propofol, y un relajante muscular. Se puede conseguir el mantenimiento de la anestesia con concentraciones bajas de anestésicos inhalatorios potentes y dosis adicionales de fentanyl (bolos intermitentes de 25-50 mcg/kg cada 15-30 minutos o una infusión continua de 0,5-5,0 mcg /kg/h).

2.9 PUPILOMETRIA

Es la medición de los diámetros pupilares en condiciones basales y luego ante diferentes estímulos, provee información acerca de la integridad de las vías autonómicas y permite valorar el impacto de algunas enfermedades en la respuesta pupilar. Existen informes de pupilometrías desde 1929, cuando Otto Lowestein desarrolló un método basado en el análisis de evaluaciones manuales sencillas. Otra manera de estudiar la pupila fue con la carta de Rosembaum. Con los avances tecnológicos cambio la forma de estudiar la pupila, disminuyendo el sesgo del examinador, evitando errores técnicos como la cantidad de iluminación del sitio donde se hace el estudio. A la fecha, existen dos formas de realizar la pupilometría. La primera se hace mediante una cámara de luz infrarroja, con capacidad para grabar imágenes en ausencia de luz; la otra forma es bajo condiciones mesópicas. Existen, también, pupilómetros portátiles, altamente confiables, que sólo requieren de un ambiente tranquilo y oscuro para obtener datos confiables; los hay monoculares o binoculares, que permiten obtener información de tipo consensual. (2,9)

2.10 CIRUGIA VIDEOLAPAROSCOPICA

El avance de la tecnología quirúrgica en las últimas décadas ha permitido la introducción de la cirugía laparoscópica, una revolución quirúrgica muy significativa en la medicina moderna. El espectro de la cirugía laparoscópica es muy amplio, abarcando a la cirugía abdominal, ginecológica, urológica, torácica, ortopédica, entre otras. (21) La laparoscopia aporta numerosas ventajas en el postoperatorio, permitiendo una recuperación más rápida y una estancia hospitalaria más breve. Si bien ninguna técnica anestésica ha demostrado clínicamente mejor que las demás, la anestesia general con ventilación controlada parece ser la técnica más segura para la laparoscopia quirúrgica. (17, 24, 25)

2.10.1 Problemas hemodinámicos durante la laparoscopia Los cambios hemodinámicos que pueden producirse durante la laparoscopia se deben a los efectos combinados del neumoperitoneo, la posición del paciente, la anestesia y la hipercapnia secundaria al CO₂ absorbido. Además de estos cambios fisiopatológicos, pueden encontrarse aumentos reflejos del tono vagal y arritmias. La insuflación peritoneal con una PIA superior a 10mmHg produce importantes alteraciones hemodinámicas que se caracterizan por disminución del gasto cardíaco con elevación de la presión arterial y aumento de las resistencias vasculares pulmonares y sistémicas. La frecuencia cardíaca no varía o se incrementa sólo ligeramente. Se considera que el aumento de la resistencia vascular sistémica depende de factores mecánicos y neurohumorales. El retorno de las variables hemodinámicas a sus valores iniciales es gradual y tarda varios minutos, lo que indica la participación de factores neurohumorales. Durante el neumoperitoneo se liberan catecolaminas, hormonas del sistema renina-angiotensina y, sobre todo, vasopresina, que pueden contribuir al incremento de la postcarga. La estimulación mecánica de los receptores peritoneales también estimula la secreción de esta hormona¹ y favorece la elevación de la resistencia vascular sistémica y de la presión arterial. El deterioro hemodinámico se produce sobre todo al comienzo de la insuflación peritoneal. (17)

2.10.2 Dolor postoperatorio

Tras la laparotomía, los pacientes se quejan más de dolor parietal (es decir, de la pared abdominal), mientras que después de la colecistectomía laparoscópica

refieren también dolor visceral (p. ej., cólicos biliares [colecistectomía] o espasmos pélvicos [ligadura de trompas]) y dolor a punta de dedo en el hombro debido a la irritación diafragmática. El dolor de la laparoscopia es multifactorial y se han propuesto distintos tratamientos para aliviarlo. El neumoperitoneo residual con CO₂ contribuye al dolor postoperatorio y se ha demostrado que la evacuación cuidadosa del gas que persiste tras desinflar el peritoneo es eficaz para reducir ese dolor. La administración preoperatoria de fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE) y de inhibidores de la ciclooxigenasa-2 amortigua el dolor, y lo mismo sucede con el consumo de opiáceos tras la laparoscopia ginecológica y la colecistectomía laparoscópica. (17)

2.11 MONITORIZACION ANESTESICA

Su origen deriva del latín *monere* que significa advertir, recordar o amonestar. El monitor es un aparato que registra imágenes, que en el caso de la anestesiología se refiere a registros de los estándares básicos de monitoreo que tienen como objetivo medir y vigilar la oxigenación, la ventilación, la función cardiovascular, la temperatura, el nivel de relajación muscular y el estado de consciencia del paciente sometido a un procedimiento anestésico quirúrgico. Las medidas básicas pueden ser excedidas en cualquier momento de acuerdo al estado y evolución del paciente, el curso de la cirugía y el juicio del anestesiólogo. (22)

2.11.1 Función cardiovascular Se deben vigilar en forma constante las condiciones cardíacas y hemodinámicas del paciente, tanto desde el punto de vista clínico con la palpación del pulso, el llenado capilar, el registro del electrocardiograma (ECG) continuo, con el objetivo de detectar cambios o alteraciones en el ritmo cardíaco o isquemia miocárdica, así como el monitoreo de la presión arterial sistémica.

Electrocardiografía proporciona datos acerca de: frecuencia, ritmo, conducción, repolarización y asistolia. También aporta datos de isquemia miocárdica a través del segmento ST; la derivación DII. (22)

Presión arterial no invasiva Es importante considerar que el manguito del manómetro debe de estar a la altura del corazón, aproximadamente a nivel del 4º espacio intercostal en un paciente en plano horizontal. La vigilancia de la presión arterial se puede llevar a cabo con la medición no invasiva cada cinco minutos. A través de este análisis se puede evaluar frecuencia, ritmo y contractilidad cardíaca, así como volumen latido y estado hemodinámico. (22)

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el dolor postoperatorio al utilizar pupilometría como control del refuerzo de opioides transoperatorios, y la administración de los mismos en base a cambios cardiovasculares, en pacientes a quienes se les realiza cirugías videolaparoscópicas en el Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.2.1** Determinar la variación del dolor postoperatorio inmediato y mediato al utilizar la pupilometría como control del refuerzo de opioides transoperatorios, versus cambios cardiovasculares.
- 3.2.2** Describir si al utilizar la pupilometría como control del refuerzo de opioides, disminuye la cantidad de Fentanyl utilizada transoperatoriamente, comparada con la administrada en base a los cambios cardiovasculares.
- 3.2.3** Determinar si al utilizar la pupilometría como control del refuerzo de opioides, en lugar de cambios cardiovasculares, disminuye la cantidad de analgesia utilizada para manejo del dolor postoperatorio

IV. MATERIAL Y METODOS

4.1 Tipo de estudio

Estudio descriptivo prospectivo realizado en los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica del Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, durante enero-abril 2017 y enero-abril 2018.

4.2 Población

Pacientes ASA I y II sometidos a anestesia general para cirugía videolaparoscópica.

4.3 Selección y tamaño de la muestra

El muestreo que se realizó es de tipo no probabilístico por conveniencia.

4.4 Unidad de análisis

Todo paciente que cumplió con los criterios de inclusión y exclusión.

4.5 Criterios de inclusión y exclusión

4.5.1 Criterios de inclusión:

- Pacientes ASA I y II que fueron sometidos a anestesia general para cirugía videolaparoscópica.
- Pacientes de ambos sexos mayores de 18 años y menores de 60.
- Pacientes que firmaron el consentimiento informado.
- Tiempo de cirugía >1h y <4 horas.
- Paciente con un índice de masa corporal IMC <35

4.5.2 Criterios de exclusión:

- Pacientes con enfermedades oculares que obstruían la determinación del tamaño pupilar.
- Pacientes que utilizaban medicamentos que interfieren con el tamaño y reactividad pupilar. (tratamiento de epilepsia con barbitúricos, antidepresivos tricíclicos, opiáceos, atropina, etc.).

- Pacientes alérgicos a alguno de los medicamentos estándar para la inducción en la investigación.
- Pacientes con comorbilidades neurológicas.
- Pacientes con analgesia preoperatoria con Opioides, indicados en su servicio.

4.6 Variables estudiadas

- Diámetro pupilar
- Cambios hemodinámicos
- Dosis de opioides
- Analgesia postoperatoria

4.7 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO DE MEDICION	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
<input type="checkbox"/> Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cuantitativa	años	Datos brindados por paciente	Boleta de recolección de datos.
<input type="checkbox"/> Género	Conjunto de peculiaridades que caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética	cuantitativa	Masculino / femenino	Papeleta ingreso	
<input type="checkbox"/> IMC (índice de masa corporal)	Indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros.	cuantitativa	kg/m ²	Datos obtenidos por paciente	
<input type="checkbox"/> Diámetro Pupilar	Resulta del balance entre el músculo esfínter de la pupila y las fibras radiales del iris que tienen, únicamente, inervación autónoma. La constricción de la pupila, (fibras parasimpáticas) y la dilatación (activación de fibras provenientes del hipotálamo y de otras fibras subcorticales).	Cuantitativa	Milímetros (mm)	Pupilometro digital	

<input type="checkbox"/> Fentanyl	Agonista opiáceo sintético. Derivado de la fenilpiperidina. Con acción presináptica y postsináptica inhibidores de la adenilciclasa.	Cuantitativa	Dosis/ kilogramo/ hora	Dosis/ kilogramo/ hora
<input type="checkbox"/> Presión Arterial	Fuerza que ejerza la sangre contra las paredes de las arterias. Determinada por la fuerza de bombeo cardíaca y la elasticidad del sistema vascular periférico.	Cuantitativa	Milímetros de mercurio (mmHg)	Esfigmomanómetro de monitor de SOP
<input type="checkbox"/> Frecuencia cardíaca	Numero de contracciones del corazón por unidad de tiempo. Expresada en pulsaciones por minuto a nivel periférico y latidos por minuto a nivel cardíaco.	cuantitativa	Latidos por minuto (lpm)	EKG de monitor de SOP
Dolor postoperatorio	El dolor postoperatorio (DPO) es el máximo representante del dolor agudo y se describe de inicio reciente, duración limitada, que aparece como consecuencia de la estimulación nociceptiva de la intervención quirúrgica, Inmediato: desde que el paciente concluye su intervención quirúrgica hasta las primeras 24 horas. Mediato: abarca el tiempo que transcurre terminadas las primeras 24 horas del postoperatorio hasta la culminación de su periodo de invalidez	Cualitativo ordinal	1-10 1-3 leve 4-6 moderada 7-10 severo	Escala visual análoga EVA inmediato: dolor inicial y en recuperación Mediato: en servicio

4.8 Instrumentos utilizados para la recolección de información

El instrumento utilizado en el presente estudio consistió en dos boletas de recolección de datos según los grupos de estudio, divididas en las siguientes secciones. (ver Anexo 3)

- **Primera Sección:** datos biológicos del paciente
 - Edad
 - Comorbilidades
 - Peso / talla / IMC
- **Segunda Sección:** datos transoperatorios o Medidas Pupilmétricas / Cambios cardiovasculares (PA / FC)
 - Cambios porcentuales
 - Dosis de refuerzo de Fentanyl
- **Tercera Sección:** resultados analgésicos en postoperatorio.
 - Opiode/tiempo/peso
 - Recuperación (al llegar y al retirarse de este servicio)

Dolor postoperatorio en servicio (encamamiento). Y verificando la utilización de tratamiento analgésico (tramadol-AINES).

4.9 Procedimientos para la recolección de información

Se utilizaron 2 grupos de pacientes para el estudio. Denominados P y C.

P: pacientes con control por pupilometría.

C: pacientes con control por cambios cardiovasculares.

Se tomaron a los pacientes que fueron intervenidos, de manera electiva y por emergencia.

En ambos grupos durante la inducción se utilizó la misma dosis de Fentanyl por kilogramo de peso:

- Dosis de inducción (4 mcg/kg/bolus) dosis de refuerzo (1.5 mcg/kg/dosis).
- Como inductor, propofol (dosis respuesta)
- El mantenimiento inhalado se realizó con sevoflourane, MAC 1%.
- A todos los pacientes se les administro antes de la incisión quirúrgica AINES, (diclofenaco 75mg IV/bolus)

- El relajante muscular fue utilizado según antecedentes y clínica de paciente.
- Se revirtió a todos los pacientes el relajante muscular con neostigmina (0.04mg/kg) + atropina (0.2 mg/kg)
- Antes del traslado de sala de operaciones a unidad de cuidados postanestésicos (UCPA) se administró una dosis de tramadol a 1mg/kg.

Grupo P

- En sala de operaciones, previo a la inducción anestésica se midió el tamaño de la pupila inicial, como valor basal. Únicamente en pupila derecha. (Debido a la diferencia fisiológica existente entre ambas pupilas de los pacientes)
- Se tomó la medida 3 minutos después de administrada la primera dosis de Fentanyl para la segunda medición.
- Durante el procedimiento, se hizo la medición a intervalos de 15 minutos.
- Se reforzó la dosis de Fentanyl como descrito anteriormente (1.5mcg/kg/dosis). Cuando exista una variación mayor de 10% de variabilidad pupilar de acuerdo a el valor basal.
- Al ingresar a la UCPA se valoró al paciente según escala visual análoga el nivel de dolor EVA, y luego fue anotado en la ficha de recolección de datos.
- Se evaluó nuevamente el dolor en el momento de egreso de UCPA.
- Durante las siguientes 24 horas se visitó al paciente en su unidad y fue valorado nuevamente el dolor postoperatorio, utilizando la escala antes mencionada.

Grupo C

- Previo a la inducción se tomó de base los primeros signos vitales obtenidos en la monitorización del paciente.
- Posterior a la inducción anestésica fue medida y anotada la presión arterial y frecuencia cardíaca.
- Durante el procedimiento, fueron monitorizadas la PA y FC, cada 15 minutos. (Los mismos como parte del monitoreo estándar se toman cada 5 minutos). Al observarse cambios iguales o mayores a 20% de una o ambas variables; Se reforzaron la dosis de Fentanyl como descrito anteriormente (1.5mcg/kg/dosis).
- Al ingresar a la UCPA se solicitó al paciente indicar su dolor, según visual análoga EVA. y fue anotado en la ficha de recolección de datos.

- Se volvió a evaluar el dolor en el momento de egreso de UCPA. (2do tiempo) Y nuevamente en las siguientes 24 horas se le busco en su servicio donde nuevamente se evaluó escala de dolor según EVA.

A los dos grupos de pacientes, les fue indicado en las órdenes postoperatorias

- Diclofenaco 75 mg iv cada 12 horas
- Ranitidina 50mg iv cada 12 horas
- Tramadol 1mg/kg/ dosis cada 8 horas
- Dimenhidrato 50mg iv. Cada 8 horas

Se realizó evaluación del dolor en tres momentos,

- I. Ingreso a UCPA
- II. Egreso de UCPA
- III. Servicio de encamamiento

Según la escala visual análoga (ver anexo 8.5) y se colocó en la boleta de recolección de datos, según lo indicado por el paciente.

4.10 Procedimientos para garantizar aspectos éticos de la investigación

Debido al tipo de estudio, fue catalogado como Categoría II (con riesgo mínimo), que comprende estudios o el registro de datos por medio de procedimientos diagnósticos de rutina (físicos o psicológicos). El mismo fue realizado únicamente bajo la autorización de los pacientes; luego de haberles proporcionado para lectura y/o leído el consentimiento informado y haber obtenido la firma de autorización correspondiente. Todas las secciones de la boleta de recolección de datos fueron llenadas por el investigador perioperatoriamente. (Ver anexos). Para la analgesia postoperatoria a todos los pacientes se les coloco en la unidosis los medicamentos de manera adecuada según su peso y manual asignado para tratamiento del dolor postquirugico de la unidad hospitalaria.

4.11 Procedimientos de análisis de la información

Los datos fueron recolectados y posteriormente tabulados a tablas de Excel. Se utilizó estadística descriptiva y medidas de dispersión para las variables cuantitativas y

frecuencia y porcentajes para las variables cualitativas para luego crear tablas de datos y gráficas de los mismos. Se recodificaron variables para dicotomizarlas y luego se realizaron tablas de contingencia para calcular medidas de asociación, la variables a considerar son edad, sexo, asa, diagnóstico, pupilometría, cambios cardiovasculares, dolor postoperatorio.

4.12 Límites

- Negación de los pacientes de participar en el estudio.
- Cambios en el tipo de cirugía, de videolaparoscópica a koecher (abierta), por complejidad de procedimiento. Y/o decisión de cirujano.
- Falta de material quirúrgico, así como CO2 para la realización de cirugías videolaparoscópicas.

V. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados y la descripción del estudio de “Relación pupilometría versus cambios cardiovasculares transoperatorios en pacientes de cirugía videolaparoscópica y analgesia postoperatoria.

La organización y presentación de los datos obtenidos se basa según los dos grupos estudiados (los monitorizados con pupilometría y quienes fueron monitorizados por hemodinamia) y su relación con el dolor postoperatorio inicial, el cual es el que se presenta inmediatamente después de emerger de la anestesia y el dolor mediato que engloba el dolor ocurrido dentro de las primeras 24 horas postoperatorias; por lo que para este grupo se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en la unidad de recuperación y en el servicio de encamamiento,

De igual manera se presentan las características etiológicas y clínicas mostradas por los pacientes a estudio.

TABLA No. 5.1

Edad de los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017- enero-abril 2018.

Medidas de tendencia central	Frecuencia
N	45
Media	32,556
Mediana	30
Desviación Estándar	9,718
Mínimo	20
Máximo	64
Recorrido	44

TABLA No. 5.2

Genero de los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017- enero-abril 2018.

Género	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	15	33,33
Femenino	30	66,67
Total	45	100,00

DESCRIPCIÓN TABLAS 5.1 – 5.2

Dentro de las características biológicas que se encontraron en los 45 pacientes estudiados destacan en la población, la edad media es de 33 años con una desviación de +- 10 años con una edad mínima de 20 años y una máxima de 64 años; (Tabla 5.1) En el grupo de género se encontró que el 66% de los pacientes estudiados eran femeninos, siendo este el grupo más grande a estudio. (Tabla 5.2)

TABLA No. 5.3

Riesgo quirúrgico según ASA de los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017- enero-abril 2018.

ASA	Frecuencia	Porcentaje
I	37	82,22
II	8	17,78
Total	45	100,00

TABLA No. 5.4

Procedimiento quirúrgico realizado en los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017- enero-abril 2018.

Procedimiento quirúrgico	Frecuencia	Porcentaje
Apendicetomía	19	42,22
Colecistectomía	26	57,78
Total	45	100,00

DESCRIPCIÓN TABLAS 5.3 – 5.4

En ambos grupos coincide con un mayor porcentaje de riesgo quirúrgico ASA I con un 82% de la población total. (Tabla 5.3) En cuanto a los procedimientos quirúrgicos, un 57% fueron colecistectomías videolaparoscópicas. (Tabla 5.4)

TABLA No. 5.5

Dolor postoperatorio presentado en pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica, según monitorización transoperatoria. En el Instituto Guatemalteco de Social. Durante enero-abril 2017 y enero abril 2018.

	Evaluación		Método utilizado para cada paciente			
			Hemodinamia		Pupilometría	
			Frecuencia	%	Frecuencia	%
Dolor inmediato	Escala de evaluación análoga inicial	Dolor leve	16	76	23	96
		Dolor moderado	5	23	1	4
	Escala de evaluación análoga en recuperación	Dolor leve	21	100	23	96
		Dolor moderado	0	0	1	4
Dolor Mediato	Escala de evaluación análoga al salir de sala de operaciones	Dolor leve	19	90	22	91
		Dolor moderado	2	10	2	9

Descripción tabla 5.5

Dolor Inmediato

- Se observa que para cada método utilizado, y según la evaluación con escala visual análoga; los pacientes que fueron monitorizados con pupilometría presentan en el dolor inicial un 96% de dolor leve, mientras que el grupo de hemodinamia solo un 76% presenta dolor leve el otro 23% presenta dolor moderado. Por lo que se puede identificar una disminución del 21% entre ambos grupos.
- Se identifica, que ambos grupos en la segunda evaluación presentaron un porcentaje mayor de dolor leve según EVA (hemodinamia 100% y pupilometría 96%).

Dolor Mediato

- En la tercera evaluación que fue realizada en servicio; se observa un incremento en el número de pacientes que presentaron dolor leve en ambos grupos de estudio, con un porcentaje >90%.

TABLA No. 5.6

Opioides utilizados transoperatoriamente en los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017 y enero abril 2018.

Opioides Utilizados	Método utilizado para cada paciente			
	Hemodinamia		Pupilometría	
	Frecuencia	Media	Frecuencia	Media
Dosis de fentanyl total		401		395
Fentanyl por kg de peso hora		4,11		3,54

Descripción tabla 5.6

- Se observa en la tabla No. 5.2, que al utilizar la pupilometría como monitorización de analgesia transoperatoria se administró un promedio menor de dosis total de fentanyl transoperatorio, con una media de 395mcg; comparada con la media de 4.11 obtenida al realizar la monitorización hemodinámica.
- La dosis por kilogramo de peso hora de fentanyl, también se muestra con menor consumo en el grupo de la pupilometría con una media de 3.54mcg/kg/h. Comparado con que grupo C, quienes consumieron una media de 4.11mg/kg/h de opioides. Demostrando una disminución en el uso de fentanyl transoperatorio del 13.87%

TABLA No. 5.7

Analgésicos utilizados por los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, de acuerdo al tipo de monitorización transoperatoria utilizada. Durante enero-abril 2017- enero-abril 2018.

Evaluación	Método utilizado para cada paciente			
	Hemodinamia		Pupilometría	
	Frecuencia	Media	Frecuencia	Media
Dosis de antiinflamatorio administradas al paciente		2		2
Dosis de tramadol administradas al paciente		2		2

DESCRIPCIÓN TABLA 5.7 En promedio para ambos métodos se utilizó las mismas dosis de antiinflamatorio y de tramadol (2 dosis).

VI. DISCUSIÓN Y ANALISIS

En la presente investigación se buscó comparar la efectividad del monitoreo transoperatorio de opioides con pupilometría, con la técnica tradicional basada en hemodinamia (FC y PA). Y relacionar si esta metodología presentaba una disminución en la cantidad de fentanyl utilizado transoperatoriamente, así como relacionar si existe variación en el dolor postoperatorio inmediato y mediato; entre ambos grupos.

Internacionalmente, se ha propuesto la medición de analgesia por medio del uso de pupilometría especialmente en el ámbito de intensivo como mencionado en por F. Martínez-Ricarte et al. Donde realzan la posibilidad de evaluar los cambios en la reactividad pupilar de forma precoz, objetiva y *quasi*-continua aporta un nuevo método de monitorización no invasivo que podría mejorar el factor predictivo del deterioro neurológico y monitorizar el estado neurológico del paciente. (28)

Se observó que los pacientes sometidos a cirugía videolaparoscópica en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, al utilizarse la pupilometría como parte de monitorización analgésica se disminuyó el uso de fentanyl total así como el fentanyl/kilogramo/hora utilizado transoperatoriamente (13.8%). Demostrando que el tamaño pupilar puede darnos una indicación más precisa y rápida a cerca del dolor del paciente y su necesidad de analgesia.

Ya que muchas veces este no se relaciona directamente con los cambios hemodinámicos, así como se menciona en el estudio mexicano del 2016 de Alejandra Rivera et al. Donde indican la importancia de la monitorización pupilar debido a que este es un reflejo rápido del sistema nervioso central ante un estímulo doloroso. Lo que disminuye los incrementos en escala del dolor así mismo la necesidad de más opioides de rescate transoperatoriamente. (27)

Similar a los resultados encontrados en el estudio presentado por Abad Torrent, en España en el 2015, donde se encontró que la mayoría de los pacientes que fueron monitorizados con pupilometría presentaron un dolor de tipo leve según la escala visual análoga EVA. Los pacientes de esta investigación también mostraron un dolor clasificado como leve; en el postoperatorio inmediato. Y leve-moderado en la recuperación. (26)

Los pacientes requirieron en ambos grupos un promedio de 2 dosis de tramadol y aines en servicio y un dolor leve en el servicio de encamamiento.

En Guatemala no hay estudios que relacionen la efectividad de pupilometría con la analgesia postoperatoria, siendo esta investigación un paso adelante para fomentar la creación de estudios que sean más amplios y estos puedan luego implementarse en el ámbito anestésico ya establecido.

6.1 CONCLUSIONES

La monitorización analgésica transoperatoria mediante pupilometría resultó un método confiable para la dosificación de opioides durante el procedimiento quirúrgico. Evidenciando una disminución en la cantidad de opioides requeridos (13.8%) y disminución del dolor postoperatorio inmediato (dolor leve, según EVA). En comparación con los pacientes dosificados según los cambios cardiovasculares, quienes presentaron dolor moderado y un mayor consumo de opioides transoperatorios.

Existe una disminución del dolor postoperatorio inmediato (dolor leve), entre los pacientes a quienes se les reforzó opioide según pupilometría versus cambios cardiovasculares. Pero el dolor presentado en la segunda evaluación, fue considerablemente no distinta en ambos grupos.

La dosis de fentanyl en los grupos estudiados por pupilometría presentan una disminución del uso de fentanyl por kilogramo peso hora (13.87%), utilizado durante el transoperatorio, comparado con la dosis total utilizada según lo administrado con el grupo C.

En el postoperatorio inmediato, se observó una mejor analgesia en los pacientes del grupo P (dolor leve, 96%), en comparación al grupo C (dolor leve 76% y moderado 26%). Sin

embargo en la analgesia mediata, ambos grupos utilizaron la misma cantidad de analgesia postoperatoria. Una media de 2 dosis de analgésicos no inflamatorios y 2 dosis de opioides.

6.2 RECOMENDACIONES

Al servicio de anestesia, se recomienda fomentar en los anestesiólogos y residentes de anestesiología el uso de pupilometría como métodos para monitorización del dolor, transoperatorio. En todos los pacientes en los cuales su uso sea adecuado y posible.

Al servicio de anestesia estandarizar el uso de la pupilometría como método adjunto a los utilizados de manera estándar (cambios hemodinámicos) a través de la implementación de su uso en las guías de prácticas clínicas utilizadas en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.

A los residentes de anestesiología y especialistas, se recomienda aumentar la investigación sobre el manejo del dolor transoperatorio, y optimizar de esta manera los recursos hospitalarios y al mismo tiempo brindar al paciente la mejor atención posible.

6.3 APORTES

Se demostró la efectividad de la pupilometría como método de monitorización analgésica transoperatoria y su beneficio en la recuperación del paciente; mejorando la evolución clínica con una analgesia postoperatoria adecuada. Con esto se beneficiar a la institución reduciendo el costo hospitalario por paciente, secundario a estancias prolongadas y uso de medicamentos analgésicos de mayor potencia y costo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) De León Sarmiento, F. Pupila, pupilometría y pupilografía. Acta Neurol [en línea]. 2008 [Citado 22 Ago 2016]; (24) 188-197. Disponible en: https://www.acnweb.org/acta/2008_24_4_188.pdf
- 2) Abad Torrent A, et al. Utilización de la monitorización analgésica intraoperatoria mediante pupilometría en el consumo de analgésicos durante las primeras 12 horas del postoperatorio. Rev Esp Anesthesiol Reanim. [en línea] 2016 [citado 18 agos 2016] (63) 251-310. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-anestesiologia-reanimacion-344-articulo-utilizacion-monitorizacion-analgésica-intraoperatoria-mediante-S0034935615001784>
- 3) Serralta Serra, A. et al. Evolución del dolor postoperatorio en la colecistectomía laparoscópica. Revista Española Anestesiología y Reanimación; [en línea]; 2001 [citado 12 jul 2016] (49) 461-467. Disponible en: <https://www.sedar.es/images/stories/documentos/fondosredar/volumen49/n9/orig3.pdf>
- 4) Hall, John E. Guyton y Hall Tratado de Fisiología Médica. 13 ed. España: Elsevier. Editorial; 2016.
- 5) Navarro, X. Physiology Of The Autonomic Nervous System. Rev Neurol [en línea]. 2002 [citado 5 Sep 2016] 553-562. doi: <https://doi.org/10.33588/rn.3506.2002013>
- 6) Rouvière H., y. D. Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. 10 ed. Barcelona. Masson S.A.; 2005.
- 7) Uribe Uribe, C. et al. Fundamentos de medicina: Neurología. 7 ed. Medellín, Colombia: Corporación para investigaciones biológicas; 2010.
- 8) Kanski, J. J. Clinical Ophthalmology. 8 ed. Madrid, España: Editorial Elsevier, S.A.; 2015.
- 9) Vitón Martín, R. Drogadicción y anestesia. Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación. [en línea] 2010 [citado 5 sep 2016] 9(1) 39-47. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/scar/v9n1/ane06110.pdf>

- 10) Villoria, C. M. Evaluación Y Diagnostico Del Dolor, Reunión de Expertos. [en línea] 1 ed. Salamanca: Fundación Grüenthal, Universidad de Salamanca. 2007. [citado 18 ago 2016] Disponible en: http://catedradeldolor.com/PDFs/Docencia_Expertos/2007%20Evaluacion%20del%20Dolor.pdf
- 11) Niño de Mejía, M. C. Neuroanestesia. [en línea] Bogotá, Colombia: Confederación Latinoamericana de Sociedades de Anestesiología/CLASA. 2015. [12 jul 2016] Disponible en: <https://www.sbahq.org/resources/pdf/archivos/ebook/neuroanestesia-libro-en-linea.pdf>
- 12) López Álvarez, S. et al. Recomendaciones Sobre el manejo del dolor agudo postoperatorio en cirugía ambulatoria. [en línea] 2 ed. España: ASECOMA. 2012. http://www.asecoma.org/Documentos/Blog/Guia_DAP.pdf
- 13) Serrano, M.S. et al. Valoración del dolor (I). Rev. Soc. Esp. Dolor [en línea] 2002 [citado 5 jul 2016] (9) 94-108. Disponible en: http://revista.sedolor.es/pdf/2002_02_05.pdf
- 14) Malouf, J.E. Baños, Josep. La evaluación clínica del dolor. Revista clínica electrónica en atención primaria. [en línea] 2006 [citada 20 ago 2016] 10; 1-8. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/rceap/rceap_a2006m9n10/rceap_a2006m9n10a4.pdf
- 15) Malouf, J. La evaluación clínica del dolor. Revista clínica electrónica en atención primaria. [en línea] 2003 [citada 22 ago 2016] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/13322486.pdf>
- 16) Guevara-López U y cols. Parámetros para el manejo del dolor agudo perioperatorio. Rev Cir Ciruj,[en línea] 2005 [citado en 13 sep 2016] 73 (3) 223-232. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2005/cc053l.pdf>
- 17) Miller, R et al. Miller Anestesia. 8 ed. España: Editorial Elsevier. 2015.
- 18) Katzung, B. G; Trevor, A.J. Farmacología Básica y Clínica. 12 ed. México DF: McGrawHill. 2013.
- 19) Stoelting, R. K. Handbook of Pharmacology and Physiology in Anesthetic Practice. 4 ed. Filadelfia, USA: Lippincott Williams &Wilkins. 2006.

- 20) Kantor, E. et al. Pain assessment in the postanaesthesia care unit using pupillometry. cross-sectional study after standard anaesthetic care. *European Journal of Anaesthesiology*. [en línea] 2014 [citado 8 Jul 2016] 31 (2) 91-97. doi: 10.1097/01.EJA.0000434966.96165.c9
- 21) Enciso Nano, J Anesthesia in abdominal laparoscopic surgery. *An Fac med*. [en línea] 2013 [citado 24 Ago 2016] 74 (1) 63-70. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v74n1/a12v74n1.pdf>
- 22) Álvarez-Reséndiz, G. E. et al. Monitoreo anestésico básico. *Revista Mexicana Anestesiología*. [en línea] 2013 [citado 24 Ago 2016] 36(1) S95-S100. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2013/cmas131r.pdf>
- 23) Hernández Sampieri, R. et al. *Metodología de la Investigación*. [en línea] 5 ed. México: McGrawHill. 2010 [citado 5 Sep 2016] Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigacion%205ta%20Edici3n.pdf
- 24) Gómez Cotom, G. K. Riesgo de complicaciones anestésicas en pacientes ASA I versus ASA III en cirugía por videolaparoscopia. [tesis de Maestría en línea]. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas; 2015. [citado 20 Sep 2016]. Disponible en: www.repositorio.usac.edu.gt/1616/1/05_9400.pdf
- 25) Olivé González, J. B. Complicaciones relacionada con la anestesia, en cirugía laparoscópica. *Revista Cubana Anestesiología* [en línea] 2012 [citado 22 Jun 2016] 12(1):57-69. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/scar/v12n1/scar09113.pdf>
- 26) Rivera García, A; Sánchez Vergara, J. Pupilometría por infrarrojos para el monitoreo de la analgesia transoperatoria en pacientes bajo anestesia general ACTA MÉDICA GRUPO ÁNGELES [en línea] 2016 [citado 23 Jul 2016] 14 (2) p. 69-76. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2016/am162c.pdf>
- 27) Itxaso Merino Julián, evaluación de SPI como monitorización intraoperatoria nociceptiva durante la anestesia general. [Tesis doctoral en línea]. Bilbao: Universidad del País Vasco; 2016. [citado 20 Sep 2016]. Disponible en: <http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/Investigacion/TesisPDF/ITXASO%20MERINO.pdf>

- 28) Del Arco, J. Curso básico sobre dolor. Fisiopatología, clasificación y tratamiento farmacológico. Rev Farmacia Profesional [en línea] 2015 [citado 22 Jul 2016]. 29_(1)_p 36-43. Disponible en: https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwig9dfXylHjAhWPr1kKHSyJCVEQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.elsevier.es%2Findex.php%3Fp%3Drevista%26pRevista%3Dpdf-simple%26pii%3DX0213932415727485%26r%3D3&usq=AOvVaw0nJxhXaIBT_k6rh33YG-Kd
- 29) Bourne et al, Basic Anatomy and Physiology of Pain Pathways. Neurosurg Clin N Am [en línea] 2014 [citado 30 Jun 2016] 25, p 629–638. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nec.2014.06.001>
- 30) Morriss Wayne et al, Essential Pain Management. [en línea]. 2 ed. UK. Faculty of Pain Medicine, Australian and New Zealand College of Anaesthetists. 2017 [citado 30 Jun 2017] Disponible en: <https://www.rcoa.ac.uk/sites/default/files/EPM%20UK%20Workshop%20Manual.pdf>
- 31) Mariano, Edward R, et al. Management of acute perioperative pain. UpToDate [en línea] 2017. [citado 30 Jun 2017] Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/management-of-acute-perioperative-pain>

VIII. ANEXOS

- 8.1 Consentimiento Informado
- 8.2 Boleta de recolección de datos grupo P
- 8.3 Boleta de recolección de datos grupo C
- 8.4 Pupilómetro
- 8.5 Escala visual análoga

8.1 CONSENTIMIENTO INFORMADO



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Médicas
Maestría de Anestesiología



“Relación pupilometría vrs cambios cardiovasculares transoperatorios en pacientes de cirugía videolaparoscópica y la analgesia postoperatoria”

FECHA: _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La presente investigación está siendo realizada por médico residente de la Maestría de Anestesiología del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social IGSS, en la misma se busca identificar la relación de pupilometría vrs cambios cardiovasculares transoperatorios y la analgesia postoperatoria; en pacientes sometidos a cirugías videolaparoscópicas. La importancia del estudio busca implementar la pupilometría como parte de la monitorización en la analgesia transoperatoria. Ya que estudios recientes han demostrado que la implementación de esta técnica puede ser de beneficio para el paciente (evolución clínica favorable y analgesia postoperatoria). Estamos invitando al estudio a todos los pacientes ASA I y II del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social sometidos a anestesia general para cirugía videolaparoscópica. En el Hospital de Enfermedades, ubicado en la zona 9 del municipio de Guatemala, departamento de Guatemala. Durante el año 2017.

El procedimiento que se llevará a cabo es el siguiente:

1. Se le solicitará a cada participante información personal. Y relacionada con las Comorbilidades existentes y la patología actual.
2. Serán monitorizados los cambios hemodinámicos (frecuencia cardiaca y presión arterial) y del tamaño pupilar durante el procedimiento anestésico; para la valoración y manejo del dolor.
3. Al finalizar la intervención anestésica, se evaluará el dolor que presente.
4. Durante las siguientes 24 horas, será nuevamente evaluado en su servicio y se revisara la papeleta para ver uso de más analgesia en su tratamiento.
5. NO se realizara ningún procedimiento invasivo, ni lesivo para el paciente.

He leído y comprendido la información proporcionada o me ha sido leída. Consiento participar en esta investigación voluntariamente,

Firma del participante:

8.2 BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS GRUPO P



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro de Investigación de Ciencias de la Salud
 Facultad de Ciencias Médicas
 Maestría de Anestesiología
INVESTIGACIÓN



"Relación de pupilometría vs cambios cardiovasculares transoperatorios en pacientes de cirugía videolaparoscópica y la analgesia postoperatoria"

FECHA: _____

Boleta No. _____

No. de Expediente Médico: _____

GRUPO P

I. DATOS GENERALES

Género	MASCULINO FEMENINO
Edad del Paciente	
Peso / Talla	_____ kg / _____ mts
Índice de masa corporal	

II. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Hora	
Diagnóstico de Ingreso	
Tamaño pupilar	Mm
Signos Vitales	PA _____ FC _____ SAT O2 _____ FR _____

III. INVESTIGACIÓN

Inducción			
		Dosis	Hora
Fentanyl	4mcg/kg/bolus		
Propofol			
Diclofenaco	75mg	75 mg	

Hora		Tamaño pupilar mm	% variación	PA	FC	Fentanyl
00	Despues de inducción anestésica					
15						
30						
45						
Hora	Tamaño pupilar	mm	% variación	PA	FC	Fentanyl
00						
15						
30						
45						
Hora	Tamaño pupilar	mm	% variación	PA	FC	Fentanyl
00						
15						
30						
45						
Hora	Tamaño pupilar	mm	% variación	PA	FC	Fentanyl
00						
15						
30						
45						

Reversión			
	Dosis		Hora
Neostigmina	(0.4mg/ kg)		
Atropina	(0.02mg/kg)		

TRAMADOL inmediatamente al terminar procedimiento anestésico				
	Dosis		Horas	
Tramadol	1mg/kg/dosis			
Fentanyl Total				
	Dosis		Horas	
Fentanyl				
Fentanyl Total utilizado				
	Dosis	Peso (kg)	hora	Dosis/kilo/hora
Fentanyl				

Dolor Postoperatorio		
Inicial	Recuperación	Servicio

AINES Y OPIOIDES POSTOPERATORIO		
	Dosis	Horas
AINES		
TRAMADOL		

8.3 BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS GRUPO C



Universidad de San Carlos de Guatemala
 Centro de Investigación de Ciencias de la Salud
 Facultad de Ciencias Médicas
 Maestría de Anestesiología
INVESTIGACIÓN



"Relación de pupilometría vrs cambios cardiovasculares transoperatorios en pacientes de cirugía videolaparoscópica y la analgesia postoperatoria"

FECHA: _____

Boleta No. _____

No. de Expediente Médico: _____

GRUPO C

I. DATOS GENERALES

Género	MASCULINO FEMENINO
Edad del Paciente	
Peso / Talla	_____ kg / _____ mts
Índice de masa corporal	

II. CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS

Hora	
Diagnóstico de Ingreso	
Tamaño pupilar	Mm
Signos Vitales	PA _____ FC _____ SAT O2 _____ FR _____

III. INVESTIGACIÓN

Inducción			
		Dosis	Hora
Fentanyl	4mcg/kg/bolus		
Propofol	1.5 mg/kg		
Diclofenaco	75mg	75 mg	

Hora		PA	FC	Fentanyl
00	Despues de inducción anestésica			
15				
30				
45				
Hora	Tamaño pupilar	PA	FC	Fentanyl
00				
15				
30				
45				
Hora	Tamaño pupilar	PA	FC	Fentanyl
00				
15				
30				
45				
Hora	Tamaño pupilar	PA	FC	Fentanyl
00				
15				
30				
45				

Reversión			
		Josis	Hora
Neostigmina	(0.4mg/ kg)		
Atropina	(0.02mg/kg)		

TRAMADOL inmediatamente al terminar procedimiento anestésico				
	Dosis		Horas	
Tramadol	1mg/kg/dosis			
Fentanyl Total				
	Dosis		Horas	
Fentanyl				
Fentanyl Total utilizado				
	Dosis	Peso (kg)	hora	Dosis/kilo/hora
Fentanyl				

Dolor Postoperatorio		
Inicial	Recuperación	Servicio

AINES Y OPIOIDES POSTOPERATORIO		
	Dosis	Horas
AINES		
TRAMADOL		

8.4 PUPILÓMETRO

8.4.1 Pupilómetro digital utilizado

Modelo PDG199Ci

Especificaciones:

Rango de datos: Binocular 45-82mm

Monocular 22.5-41mm

Gama de la distancia: 30 mm - infinito

Indicación de error: 0.5mm

Rounding Error: 0.5mm

Asimétrica de error: 0.5mm

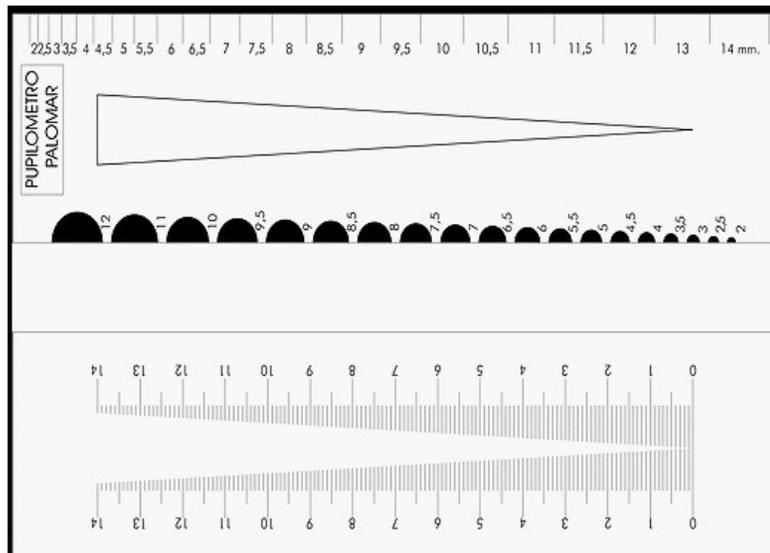
Fuente de alimentación: 4 baterías AA

Tamaño: 214mmx150mmx51mm

Peso: 600g



8.4.2 Pupilómetro convencional



8.5 ESCALA VISUAL ANÁLOGA



PERMISO DEL AUTOR

El autor concede permiso para reproducir total o parcialmente y por cualquier medio la tesis titulada: "RELACIÓN PUPILOMETRIA VERSUS CAMBIOS CARDIOVASCULARES TRANSOPERATORIOS EN PACIENTES DE CIRUGIA VIDEOLAPAROSCOPICA Y ANALGESIA POSTOPERATORIA" para propósitos de consulta académica. Sin embargo, quedan reservados los derechos del autor que confiere la ley, cuando sea cualquier otro motivo diferente al que se señala lo que conduzca a su reproducción o comercialización total o parcial.

