



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. ANTONIO FRAGA MOURET"

CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"

DEPARTAMENTO DE ANESTESIOLOGIA

TESIS DE INVESTIGACIÓN

"CORRELACIÓN ENTRE LA PUPILOMETRÍA Y PSI (INDICE DEL ESTADO DEL PACIENTE) INTRAOPERATORIO EN SUJETOS SOMETIDOS A CIRUGÍA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL"

**PARA OBTENER EL GRADO DE
MEDICA ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA**

PRESENTA:

DRA. BLANCAS BREÑA BLANCA ANABEL

ASESOR:

DR. FRANCISCO ARROYO MARTÍNEZ

CIUDAD DE MÉXICO 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Autorización de Tesis:

Dr. Benjamín Guzmán Chávez

Jefe de departamento clínico de anestesiología - Profesor Titular del Curso
Universitario de Anestesiología

Hospital de especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” Centro Médico Nacional La
Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social.

Dr. Francisco Arroyo Martínez

Asesor de Tesis

Dra. Blanca Anabel Blancas Breña

Médica Residente de tercer año de la Especialidad de Anestesiología

Sede Universitaria: Hospital de especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro
Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social.

Número de Registro CLIS: R-2022-3501-135

ÍNDICE

Página.

1.-RESUMEN.....	1
2.-ABSTRACT.....	2
3.- INTRODUCCION.....	3-12
4.-MATERIAL Y METODOS.....	13
5.-RESULTADOS.....	14-26
6.-DISCUSION.....	27-29
7.-CONCLUSIONES.....	30
8.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	31-35
9.- ANEXOS.....	36-37

RESUMEN

“CORRELACIÓN ENTRE LA PUPILOMETRÍA Y PSI INTRAOPERATORIO EN SUJETOS SOMETIDOS A CIRUGÍA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL”

Introducción: La anestesia general está destinada a producir un estado de inconsciencia y supresión de la nocicepción, permitiendo que el paciente se someta a procedimientos invasivos.

Objetivo: Estimar el grado de correlación existente entre pupilometría y PSI intraoperatorio en sujetos sometidos a cirugía abdominal bajo anestesia general.

Material y Métodos: Se realizó un estudio de tipo observacional, prospectivo, analítico y longitudinal en el CMN “La Raza”. Se evaluaron pacientes bajo anestesia general. Se valoró en 7 tiempos el diámetro de las pupilas y PSI. Para el análisis de datos, se utilizó estadística descriptiva e inferencial, para establecer correlación, se utilizó el coeficiente de Pearson, tomando $p < 0.05$ para significancia estadística.

Resultados: Se evaluaron 59 pacientes con edad media de 54 años y riesgo anestésico medio de 2.74, se encontró significancia solo en una lectura entre pupilometría y PSI Pearson 0.43 ($p < 0.001$).

Conclusiones: Se descarta la hipótesis de trabajo, se encontró una correlación moderada en la quinta lectura, el resto sin significancia estadística, descartando el poder utilizar la pupilometría para el mismo fin que el PSI.

Recursos: ninguno ajeno a la institución, no existe conflicto de intereses.

Experiencia del grupo: Integrantes con experiencia en investigación, familiarizados con las fuentes y las técnicas a utilizar, han trabajado con anterioridad conjuntamente en proyectos relacionados con el objetivo que se plantea.

Tiempo desarrollo: 15-septiembre-2022 - 31-diciembre-2022.

Palabras Clave: Índice del estado del paciente, pupilometría, profundidad anestésica, nocicepción.

ABSTRACT

“CORRELATION BETWEEN INTRA-OPERATIVE PUPILOMETRY AND PSI (PATIENT STATUS INDEX) IN SUBJECTS UNDERGROUND ABDOMINAL SURGERY UNDER GENERAL ANESTHESIA”

Introduction: General anesthesia is intended to produce a state of unconsciousness and suppression of nociception, allowing the patient to undergo invasive procedures.

Objective: To estimate the degree of correlation between pupillometry and intraoperative PSI in subjects undergoing abdominal surgery under general anesthesia.

Material and Methods: An observational, prospective, analytical and longitudinal study was carried out in the CMN "La Raza". Patients were evaluated under general anesthesia. The diameter of the pupils and PSI were evaluated in 7 times. For data analysis, descriptive and inferential statistics were used, to establish correlation the Pearson coefficient was used, taking $p < 0.05$ for statistical significance.

Results: 59 patients with a mean age of 54 years and a mean anesthetic risk of 2.74 were evaluated. Significance was found only in a reading between pupillometry and Pearson PSI 0.43 ($p 0.001$).

Conclusions: The working hypothesis is ruled out, a moderate correlation was found in the fifth reading, the rest without statistical significance, ruling out the use of pupulometry for the same purpose as the PSI.

Resources: No other than that offered by the institution required, there is no conflict of interest.

Group experience: Members with experience in research, familiar with the sources and techniques to be used, have previously worked together on projects related to the objective that is set.

Time to develop: September 15, 2022 to December 31, 2022.

Keywords: Patient status index, pupillometry, depth of anesthesia, nociception.

INTRODUCCION

La anestesia general combina el uso de fármacos analgésicos, hipnóticos y relajantes musculares para dejar a los pacientes inconscientes, desconectados de su entorno y sin respuesta a la estimulación durante la cirugía.

Se encuentran disponibles varios monitores de nocicepción durante la anestesia general, entre los que destacan el índice de pletismografía quirúrgica, el índice de nocicepción de analgesia que son en su mayoría ampliamente utilizados y estudiados.

La pupilometría es una prueba que permite conocer el tamaño de la pupila y su respuesta ante determinados estímulos.

Basándose en un algoritmo integrado, la pupilometría automatizada calcula el índice neurológico de la pupila, como un índice de función pupilar normal (NPI > 3) frente a anormal (NPI 0–3).

Es importante poder monitorizar en una población la profundidad hipnótica, y si es posible con un monitor de PSI (índice de estado del paciente), el cual se pueda correlacionar con las distintas variables hemodinámicas como la tensión arterial y la frecuencia cardíaca, y la pupilometría.

El presente estudio permite correlacionar la pupilometría y el PSI (índice de estado del paciente), intraoperatorio en sujetos sometidos a cirugía abdominal bajo anestesia general, esto con el fin de poder determinar el estado anestésico en el cual se encuentra el paciente, así como también poder ofrecer una terapéutica más certera e integral en el estado anestésico en los pacientes, individualizando cada caso.

De tal manera que se logre establecer un estado anestésico adecuado y observar de manera clínica el efecto a nivel oftálmico de los medicamentos anestésicos.

La anestesia general está destinada a producir un estado de inconsciencia combinado con la supresión de la nocicepción, permitiendo que el paciente se someta a procedimientos quirúrgicos invasivos sin daño o conciencia indebidos.¹

De acuerdo a la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor es definida la nocicepción como el proceso neural de codificación de estímulos nocivos, provocando respuestas autonómicas y/o conductuales como elevación de la presión arterial o reflejos motores de abstinencia, los estímulos nocivos son eventos que dañan los tejidos, real o potencialmente, que ocurren durante la cirugía.¹

Generalmente la nocicepción se suprime mediante la administración de analgésicos opioides potentes.¹

Por otro lado, el dolor, se describe como la percepción consciente de la información nociceptiva.²

Existe evidencia de que la anestesia general balanceada usa menos de cada fármaco que si el fármaco se administrara solo, este enfoque aumenta la probabilidad de los efectos deseados de un fármaco y reduce la probabilidad de sus efectos secundarios.²

La práctica actual de este procedimiento se basa en un hipnótico, como el propofol, para la inducción y en un éter inhalado o en una infusión hipnótica para mantener la inconsciencia. Aunque el midazolam a menudo se administra antes de la inducción para tratar la ansiedad, la amnesia se maneja implícitamente dejando al paciente inconsciente. Mientras que los relajantes musculares se administran para producir inmovilidad, la administración de propofol y de éteres inhalados también contribuye a la relajación muscular.²

Propiamente la anestesia general equilibrada se ha basado casi exclusivamente en los opiáceos administrados en bolos intermitentes o en infusiones continuas para controlar la nocicepción en el intraoperatorio y el dolor en el posoperatorio.²

Gracias a los nuevos fármacos anestésicos y al monitoreo electrónico avanzado es difícil que una anestesia bien llevada conduzca a la muerte, pero sí pueden presentarse complicaciones.³

Arthur E. Guedel, pudo cuantificar la intensidad de la depresión del SNC estableciendo 4 etapas de profundidad anestésica de mayor a menor con cuatro planos en la tercera etapa.³

- Etapa I o de inducción o analgesia: Comienza con la administración del anestésico general, termina cuando el paciente pierde la conciencia.
- Etapa II o de excitación o delirio: Comienza con la pérdida de la conciencia y termina cuando comienza la respiración regular.
- Etapa III o de anestesia quirúrgica: Comienza con la regularización de la respiración y termina con parálisis bulbar.
- Etapa IV o de parálisis bulbar: La intensa depresión del centro respiratorio y vasomotor del bulbo ocasionan el cese completo de la respiración espontánea y colapso cardiovascular.³

Así como también se refieren los planos de la tercera etapa anestésica de Guedel.³

- Plano 1: Relajación ligera somática, la respiración es regular, periódica y los músculos oculares están activos.
- Plano 2: Los cambios de la respiración: la inhalación se vuelve más breve que la exhalación y una ligera pausa separa la inhalación y la exhalación. Los ojos están inmóviles.
- Plano 3: Músculos abdominales completamente relajados y la respiración diafragmática es muy prominente. El reflejo palpebral está ausente.
- Plano 4: Músculos intercostales completamente paralizados, se produce un movimiento paradójico de la caja torácica. La respiración es irregular y las pupilas están dilatadas.³

La administración de medicación preanestésica, el uso de bloqueadores neuromusculares y el empleo combinado de anestésicos intravenosos e

inhalatorios ha determinado que muchos de los parámetros de referencia, se modifiquen y pierdan valor como guía para la determinación de cada etapa.³

Los monitores de profundidad del componente hipnótico de la anestesia están disponibles comercialmente desde hace muchos años y se utilizan de forma rutinaria, registran y procesan señales electroencefalográficas (EEG) simplificadas y muestran el resultado en tiempo real, lo que permite a los anestesiólogos ajustar la administración del agente hipnótico para reducir la probabilidad de conciencia o incomodidad intraoperatoria, así como la sobredosis hipnótica que es probable que esté involucrada en el delirio posoperatorio o la disfunción cognitiva.⁴

Estos monitores de EEG pueden calcular índices relacionados con la conciencia del paciente, como el índice biespectral [(o por sus siglas en inglés, bispectral index (BIS)] o el índice de entropía de estado y respuesta.⁴

El BIS constituye una combinación de varios parámetros electroencefalográficos calculados tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia, mientras que los índices de entropía de estado y de respuesta se calculan en el dominio de la frecuencia y representan una evaluación de las partes dominadas y totales del espectro.⁴

Propiamente el despertar intraoperatorio (DIO) se define como la experiencia del paciente que refiere recuerdos explícitos de eventos reales durante la anestesia general en el cual, se hacen conscientes los sucesos ocurridos durante el intraoperatorio, y es capaz de recordarlo y describirlo al terminar el evento anestésico-quirúrgico, presenta una incidencia del 0.1% al 0.2 % lo que equivale a 1 o 2 casos por cada 1,000 pacientes intervenidos.⁵

Las causas de DIO son desconocidas, aunque se le atribuye una etiología multifactorial. Se plantean al menos cuatro causas categóricas: Variabilidad de dosis de los fármacos anestésicos, resultado de alteraciones en la función de receptores; Incapacidad de tolerar dosis suficiente de anestésico por reservas fisiológicas inadecuadas por mala función cardíaca o hipovolemia grave; Limitación obligada al uso de uno o varios anestésicos para evitar efectos

secundarios graves de los mismos, y entrega inadecuada de medicamento por mal funcionamiento de equipos de dosificación o mal uso; Signos clásicos que tienen una baja sensibilidad y especificidad en relación al grado y profundidad de la anestesia son el diámetro pupilar, frecuencia cardíaca, presión arterial, lagrimeo y diaforesis.⁵

Se introduce así lo relacionado con la monitorización de la profundidad hipnótica, basado en la utilidad del electroencefalograma como el monitor de estado cerebral, para compararlo con el habitual seguimiento de las variables hemodinámicas clínicas. Los parámetros hemodinámicos como la tensión arterial y la frecuencia cardíaca se han utilizado clásicamente para determinar el grado de sedación, sin embargo, estos son signos inespecíficos y poco fiables en pacientes hipovolémicos, hipotensos o en tratamiento con fármacos betabloqueantes.⁵

El índice de estado de paciente PSI es un parámetro extraído de las ondas del EEG, ampliamente utilizado para la monitorización del efecto de los fármacos hipnóticos en quirófano y unidades de cuidados críticos.⁵

La profundidad de la hipnosis se correlaciona con una disminución del reflejo fotomotor (RFM), por lo que, podría ser beneficioso desarrollar una técnica automatizada, no invasiva, simple y reproducible para evaluar de manera eficiente la profundidad de la sedación en un paciente.⁶

Los valores de BIS sufren una amplia dispersión de valores en comparación con las puntuaciones de escalas clínicas predefinidas, el principal desafío es la sobreestimación de los valores del BIS debido a la actividad electromiográfica, incluso en pacientes profundamente sedados, los valores permanecen muy dispersos, pero se correlacionan con los valores de la escala de sedación clínica.⁶

Se ha demostrado que los cambios temporales en el tamaño de la pupila estaban estrechamente relacionados con las oscilaciones en la potencia del EEG de banda limitada en animales despiertos, por lo que, se puede inferir que este acoplamiento también está presente durante el sueño, así como también en cómo difiere entre los diferentes estados cerebrales.⁷

Actualmente, diferentes técnicas para monitorear la eficacia intraoperatoria de la analgesia quirúrgica, el índice de pletismografía [por sus siglas en inglés, surgical pleth index (SPI)], el índice de antinocicepción [por sus siglas en inglés, analgesia nociception index (ANI)] y el reflejo de dilatación pupilar [por sus siglas en inglés, pupillary dilatation reflex (PDR)] están ganando cada vez más popularidad, como en el caso de un estado estable de profundidad de anestesia y relajación muscular, el único factor que influye en los cambios hemodinámicos puede ser la calidad de la analgesia intraoperatoria.⁸

Robert Whytt argumentó junto con el influyente médico Albrecht von Haller hace 250 años que el reflejo de la luz pupilar [por sus siglas en inglés, Pupillary light reflex (PLR)] requería un camino a través del cerebro, en donde la luz en la retina es un estímulo benigno no nocivo y el reflejo que produce se puede registrar y marcar rápidamente de forma no invasiva.⁹

Un algoritmo patentado diseñado para medir la fuerza del PLR, es el índice neurológico de la pupila [por sus siglas en inglés, Neurological Pupil Index (NPI)], la cual tiene una escala de 0 a 5, siendo 0 un reflejo ausente.⁹

El PLR consiste en la constricción pupilar en respuesta a la luz, ya sea directa o consensualmente por la estimulación de la pupila opuesta. Las señales eferentes parasimpáticas viajan a través del nervio oculomotor, los nervios posganglionares alcanzan el esfínter de la pupila a través de los nervios ciliares cortos, lo que provoca la constricción pupilar.¹⁰

Sobre el PDR, la dilatación pupilar ocurre durante la fase de recuperación de la PLR, la adaptación a la oscuridad y en respuesta a un estímulo de alerta, está impulsada predominantemente por el sistema nervioso simpático, ya que los dilatadores pupilares reciben inervación simpática. Las neuronas de primer orden del hipotálamo descienden por la médula espinal para hacer sinapsis con las neuronas de segundo orden en C8-T1. Estas neuronas de segundo orden transmiten señales a los nervios ciliares largos posganglionares en el ganglio simpático cervical. Las neuronas de primer y segundo orden son colinérgicas. Los nervios ciliares largos liberan noradrenalina en la unión neuromuscular de los

músculos dilatadores pupilares, actuando sobre los receptores α_1 para provocar la dilatación pupilar activa.¹⁰

PLR puede caracterizarse como normal, rápido o lento, que es subjetivo e inexacto. La evaluación visual de PDR también es problemática, ya que PDR tiene una latencia y duración más largas que PLR. La cuantificación objetiva de estos reflejos se puede hacer con pupilómetros, o dispositivos portátiles no invasivos que se usan para cuantificar con precisión los reflejos pupilares.¹⁰

Los fármacos sedantes-hipnóticos pueden atenuar significativamente el PLR, un reflejo sensorio-motor del sistema nervioso central e históricamente, el examen con linterna ha sido la principal herramienta para la medición del PLR.¹¹

Dado el desarrollo de pupilómetros con un sistema integrado de seguimiento de pupila automatizado, PDR se puede utilizar durante procedimientos quirúrgicos en el quirófano para evaluar el estado nociceptivo.¹²

La pupilometría es adecuada para la monitorización de la nocicepción en la anestesia cardiaca, por lo que, se ha logrado una reducción considerable de los opioides intraoperatorios, así como una mayor estabilidad hemodinámica intraoperatoria y se ha evitado la hiperalgesia postoperatoria inducida por opioides.¹³

Como biomarcador traslacional, es particularmente útil para evaluar la potencia, la eficacia y la duración de la acción de los agonistas y antagonistas de los receptores opioides.¹⁴

Se realizó un estudio donde se comparó la respuesta pupilar y la conductancia de la piel a la estimulación del dolor en pacientes inconscientes críticamente enfermos, se utilizó pupilometría automatizada (para determinar la dilatación del reflejo pupilar durante la estimulación tetánica y se obtuvo que el 55 % de los pacientes mostró un control inadecuado de la estimulación nociva según la evaluación pupilométrica automatizada, mientras que los cambios en la conductancia de la piel fueron más limitados.¹⁵

La PDR es un reflejo parasimpático supraespinal en pacientes bajo anestesia general. Recientemente, se ha demostrado que la respuesta de la PDR a la luz se reduce con el aumento de los niveles de sedación, y esto también debe explorarse en respuesta a los estímulos tetánicos.¹⁶

Se cree que este reflejo está mediado por la reducción del tono parasimpático en pacientes anestesiados y la activación del sistema nervioso simpático en pacientes despiertos.¹⁷

Paulus demostró que la evaluación de PDR puede predecir los requisitos de analgesia durante la aspiración endotraqueal.¹⁸

En un estudio piloto se sugirió que la medición de PDR mediante pupilometría infrarroja con un protocolo de estimulación nociva estandarizado incorporado puede estar relacionada con la administración de opioides en pacientes bajo anestesia general.¹⁹

Tiene la ventaja el NPI de estar mínimamente influenciado por factores externos y, en particular, no se ve afectado por los opioides y el tamaño de la pupila basal individual variable.²⁰

El SPI se utiliza para controlar los estímulos nociceptivos y los efectos de los fármacos antinociceptivos durante la cirugía utilizando la amplitud fotopletismográfica del pulso y el intervalo de frecuencia cardíaca derivados de las mediciones de oximetría de pulso.²¹

La analgesia guiada por el SPI parece proporcionar de manera eficaz una analgesia adecuada durante la anestesia general según varios estudios que han mostrado una buena respuesta al SPI después de la administración de varios opioides.²¹

Estudios han demostrado que SPI puede monitorear de manera efectiva el equilibrio nocicepción-antinocicepción, guiar el uso de opioides, reducir el consumo de analgésicos intraoperatorios, acortar el tiempo de recuperación posoperatoria y disminuir la incidencia de reacciones adversas relacionadas con los opioides, lo que favorece el pronóstico de los pacientes.²²

Un estudio mostró que el NPI distingue claramente el dolor (escala de calificación numérica ≥ 3) en pacientes quirúrgicos despiertos con dolor posoperatorio y tuvo un mejor desempeño que el SPI, sin embargo, para distinguir mejor la anestesia inadecuada durante la cirugía, los coeficientes de ponderación de las dos variables que determinan el valor de NPI debían cambiarse desde el estado consciente.²³

Existe el índice de dolor pupilar [por sus siglas en inglés, pupillary pain index (PPI)] que corresponde a los cambios pupilares provocados después de que se aplican distintos estímulos eléctricos controlados al nervio cubital.²⁴

Con referente al modo PPI se define como un índice dimensional que va de 0 a 10, donde los valores más bajos representan una menor reactividad pupilar y, por lo tanto, una analgesia más profunda, y los valores más altos (PPI > 7) indican una analgesia insuficiente.²⁴

El ANI se calcula utilizando la señal de ECG registrado y extraído del sistema estándar de monitorización de pacientes de anestesia. El principio básico del ANI es el análisis en tiempo real de la actividad parasimpática del sistema nervioso autónomo mediante el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Varía de 0 a 100 y está relacionado con la actividad relativa del parasimpático, con valores altos de índice que indican un alto nivel de este último y viceversa.²⁵

Se describe que el ANI sirve como parámetro sustituto del equilibrio nocicepción/antinocicepción en pacientes inconscientes. Se ha sugerido un valor de ANI de 50 como umbral para distinguir entre antinocicepción adecuada e inadecuada en pacientes anestesiados.²⁵

En el período perioperatorio, los pacientes conscientes total o parcialmente que no pueden autoinformar su dolor, podrían beneficiarse del uso de ANI durante los procedimientos de salud.²⁶

En un estudio donde se investigó la administración de remifentanilo guiada por ANI bajo anestesia con Propofol, se encontró que la administración de remifentanilo guiada por ANI dio como resultado un menor consumo de

remifentanilo en comparación con la práctica estándar, manteniendo una anestesia estable en mujeres sanas sometidas a cirugía ginecológica mayor con propofol-remifentanilo en UCI.²⁸

Se realizó un estudio donde tenía como objetivo describir una aplicación novedosa (Pupilometría basada en iPhone, Sensitometer) que registra el PLR y compararla sus capacidades técnicas con un sistema de cámara infrarroja de laboratorio, se concluyó al final que existió una excelente concordancia entre las respuestas de la pupila registradas usando la prueba del Sensitómetro y la cámara infrarroja. La prueba Sensitometer proporciona un enfoque muy prometedor para mediciones pupilares sencillas, portátiles y económicas.²⁹

En pacientes con ventilación mecánica profundamente sedados, una variación del diámetro de la pupila $\geq 5\%$ durante una estimulación tetánica de 20 mA es altamente predecible de analgesia insuficiente durante la succión endotraqueal.³⁰

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte, prospectivo, analítico, longitudinal y descriptivo en el servicio del Centro Médico Nacional la Raza del IMSS en la CDMX. Incluyó a 59 pacientes que cumplieron los criterios de selección sometidos a cirugía abdominal bajo anestesia general, con el objetivo de determinar la correlación entre el diámetro pupilar y el PSI intraoperatorio; se les dio seguimiento mediante el evento anestésico quirúrgico, registrando todas las variables de estudio en el instrumento de medición. Mediante un pupilometro, se midió el diámetro de las pupilas y mediante el equipo Sedline se realizó el neuromonitoreo del paciente logrando estimar el PSI. Las variables a estudiar fueron: edad; género; diámetro pupilar, PSI (índice del estado del paciente), frecuencia cardíaca, presión arterial. Se realizaron lecturas en diferentes tiempos: 1.- Basal (antes de la analgesia), 2.- Inducción anestésica, 3.- Laringoscopia, 4.- Inicio de la cirugía (Incisión), 5.- Mantenimiento tras-anestésico 30 minutos, 6.- Mantenimiento tras-anestésico 60 minutos, 7.- Emerción de la anestesia (cuando ya va a despertar). Para el análisis de datos, se realizó la captura de datos en una hoja de Excel de los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión descritos previamente. Primero se verificó la distribución de los datos por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov. Se realizó una descripción general de la población utilizando media (desviación estándar) o mediana (rango intercuartil) según sea necesario para datos cuantitativos, mientras que los datos cualitativos se expresaran en forma de frecuencia (porcentaje). Se realizó un análisis de correlación de Spearman para determinar el grado de correlación entre las dos variables de estudio. En caso de contar con dos variables de tipo numéricas se realizó un coeficiente de correlación de Pearson, con la finalidad de determinar dirección y magnitud de las variables PSI y pupimetría. Todo esto, apoyado de los programas estadísticos SPSS versión 25 de para Windows.

RESULTADOS

Se planteó un estudio de tipo observacional, prospectivo, longitudinal y analítico en el Centro Médico Nacional “La Raza”, diseñado y estructurado por el departamento de anestesiología con el objetivo de estimar el grado de correlación que existe entre la pupilometría y el PSI (Índice del estado del paciente) intraoperatorio en sujetos sometidos a cirugía abdominal bajo anestesia general.

Una vez recabada la información correspondiente, a continuación, se describen los resultados obtenidos:

Fueron valorados un total de $n=59$ pacientes los cuales tenían edades entre los 25 a 83 años, siendo la edad media de 54.59 años (± 13.23), así mismo se reporta que el riesgo anestésico medio de acuerdo con la clasificación ASA fue de 2.74 (± 0.43) (Tabla 1) (Gráfico 1).

Fueron realizadas 7 mediciones: Basal, inducción anestésica, laringoscopia, inicio de cirugía, mantenimiento anestésico a 30 y 60 minutos, finalmente a la emersión de la anestesia.

En la primera lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 75.35 lpm (± 13.30), una presión sistólica basal media de 136.59 mmHg (± 20.39), una presión diastólica basal media de 81.42 mmHg (± 9.94), un PSI medio de 92.06 (± 4.31) y una pupilometría media de 4.28 mm (± 0.45) (Tabla 2).

En la segunda lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 70.40 lpm (± 10.41), una presión sistólica basal media de 120.78 mmHg (± 13.04), una presión diastólica basal media de 73.78 mmHg (± 9.02), un PSI medio de 48.35 (± 11.27) y una pupilometría media de 2.47 mm (± 0.75) (Tabla 3).

En la tercera lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 67.47 lpm (± 8.56), una presión sistólica basal media de 116.47 mmHg (± 12.96), una presión diastólica basal media de 72.01 mmHg (± 7.53), un PSI medio de 40.37 (± 9.95) y una pupilometría media de 2.16 mm (± 0.49) (Tabla 4).

En la cuarta lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 65.55 lpm (+/- 8.45), una presión sistólica basal media de 107.27 mmHg (+/- 18.70), una presión diastólica basal media de 69.18 mmHg (+/- 6.32), un PSI medio de 36.15 (+/- 7.83) y una pupilometría media de 2.11 mm (+/- 0.41) (Tabla 5).

En la quinta lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 65.33 lpm (+/- 8.15), una presión sistólica basal media de 107.15 mmHg (+/- 15.07), una presión diastólica basal media de 67.66 mmHg (+/- 6.33), un PSI medio de 36 (+/- 8.54) y una pupilometría media de 2.11 mm (+/- 0.45) (Tabla 6).

En la sexta lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 65.79 lpm (+/- 8.04), una presión sistólica basal media de 105.39 mmHg (+/- 12.46), una presión diastólica basal media de 67.72 mmHg (+/- 7.07), un PSI medio de 36.42 (+/- 7.63) y una pupilometría media de 2.06 mm (+/- 0.31) (Tabla 7).

Finalmente, en la séptima lectura se encontró una frecuencia cardiaca media de 78.35 lpm (+/- 9.44), una presión sistólica basal media de 133 mmHg (+/- 12.44), una presión diastólica basal media de 79.69 mmHg (+/- 8.79), un PSI medio de 92.37 (+/- 3.89) y una pupilometría media de 4.28 mm (+/- 0.45) (Tabla 8).

Para establecer una correlación entre la pupilometría con la prueba PSI se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo los siguientes resultados en las 7 mediciones:

- Primera lectura o medición basal se obtuvo un valor de Pearson $P = -0.19$ ($p = 0.88$) (Tabla 9) (Gráfico 2).
- Segunda lectura, se obtuvo un valor de Pearson $P = -0.04$ ($p = 0.71$) (Tabla 10) (Gráfico 3).
- Tercera medición, se obtuvo un valor de Pearson $P = -0.02$ ($p = 0.88$) (Tabla 11) (Gráfico 4).
- Cuarta lectura, se obtuvo un valor de Pearson $P = -0.13$ ($p = 0.30$) (Tabla 12) (Gráfico 5).
- Quinta lectura, se obtuvo un valor de Pearson $P = 0.42$ ($p = 0.001$) (Tabla 13) (Gráfico 6).

- Sexta lectura, se obtuvo un valor de Pearson $P= 0.009$ ($p 0.94$) (Tabla 14) (Gráfico 7).
- Séptima lectura, se obtuvo un valor de Pearson $P= 0.055$ ($p 0.68$) (Tabla 15) (Gráfico 7).

Derivado de los resultados obtenidos, solo se encontró una correlación moderada en la quinta lectura entre la pupilometría con la prueba PSI.

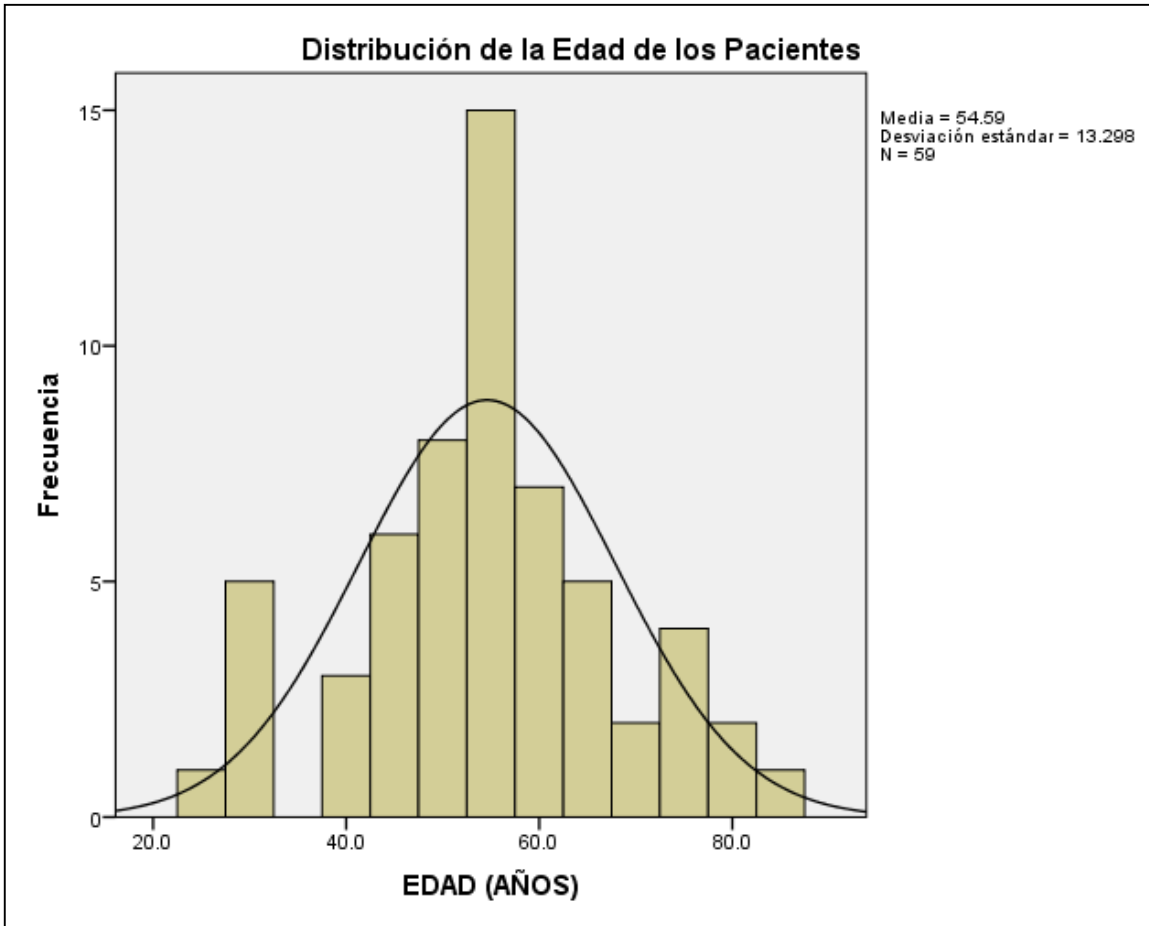
GRÁFICOS Y TABLAS

TABLA 1.

Distribución de las Variables Numéricas					
Tipo	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
ASA	59	2.0	3.0	2.746	.4392
Edad (años)	59	25.0	83.0	54.593	13.2978

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 1.



Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 2.

Distribución de las Variables Numéricas Primera Lectura					
1.Frecuencia cardiaca basal	59	48.0	115.0	75.356	13.3077
1.Presión. sistólica basal	59	99.0	219.0	136.593	20.3979
1.Presión. diastólica basal	59	55.0	103.0	81.424	9.9433
1. PSI basal	59	80.0	99.0	92.068	4.3186
1. Pupilometría basal mm	59	4.0	5.0	4.288	.4568

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 3.

Distribución de las Variables Numéricas Segunda Lectura					
---	--	--	--	--	--

2.Frecuencia cardiaca inducción	59	50.0	98.0	70.407	10.4140
2.Presión sistólica	59	90.0	150.0	120.780	13.0438
2.Presión. diastólica	59	60.0	99.0	73.780	9.0250
2. PSI	59	24.0	69.0	48.356	11.2752
2. Pupilometría mm	59	2.0	4.0	2.475	.7510

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 4.

Distribución de las Variables Numéricas Tercera Lectura					
3.Frecuencia cardiaca laringoscopia	59	47.0	88.0	67.475	8.5689
3.Presión. sistólica	59	80.0	145.0	116.475	12.9673
3.Presión diastólica	59	60.0	92.0	72.017	7.5395
3. PSI	59	22.0	69.0	40.373	9.9549
3. Pupilometría	59	2.0	4.0	2.169	.4966

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 5.

Distribución de las Variables Numéricas Cuarta Lectura					
4. Frecuencia cardiaca incisión quirúrgica	59	45.0	88.0	65.559	8.4594
4.Presión sistólica	59	11.0	140.0	107.271	18.7035
4.Presión diastólica	59	55.0	80.0	69.186	6.3286
4. PSI	59	20.0	60.0	36.153	7.8319
4.Pupilometría	59	2.0	4.0	2.119	.4187

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 6.

Distribución de los Variables Numéricas Quinta Lectura					
5.Frecuencia cardiaca mantenimiento 30 minutos	59	45.0	85.0	65.339	8.1592
5.Presión sistólica	59	85.0	160.0	107.153	15.0755
5.Presión diastólica	59	53.0	80.0	67.661	6.3371
5. PSI	59	26.0	80.0	36.000	8.5480
5. Pupilometría	59	2.0	4.0	2.119	.4581

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 7.

Distribución de los Variables Numéricas Sexta Lectura					
6.Frecuencia cardiaca mantenimiento 60 min	59	49.0	84.0	65.797	8.0468
6.Presión sistólica	59	90.0	135.0	105.390	12.4624
6. Presión diastólica	59	52.0	90.0	67.729	7.0731
6. PSI	59	20.0	68.0	36.424	7.6343
6. Pupilometría	59	2.0	4.0	2.068	.3143

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 8.

Distribución de las Variables Numéricas Septima Lectura					
7.Frecuencia cardiaca emersión anestésica	59	59.0	99.0	78.356	9.4409
7.Presión sistólica	59	106.0	166.0	133.000	12.4471
7.Presión diastólica	59	51.0	98.0	79.695	8.7951
7. PSI	59	80.0	98.0	92.373	3.8992
7. Pupilometría	59	4.0	5.0	4.288	.4568

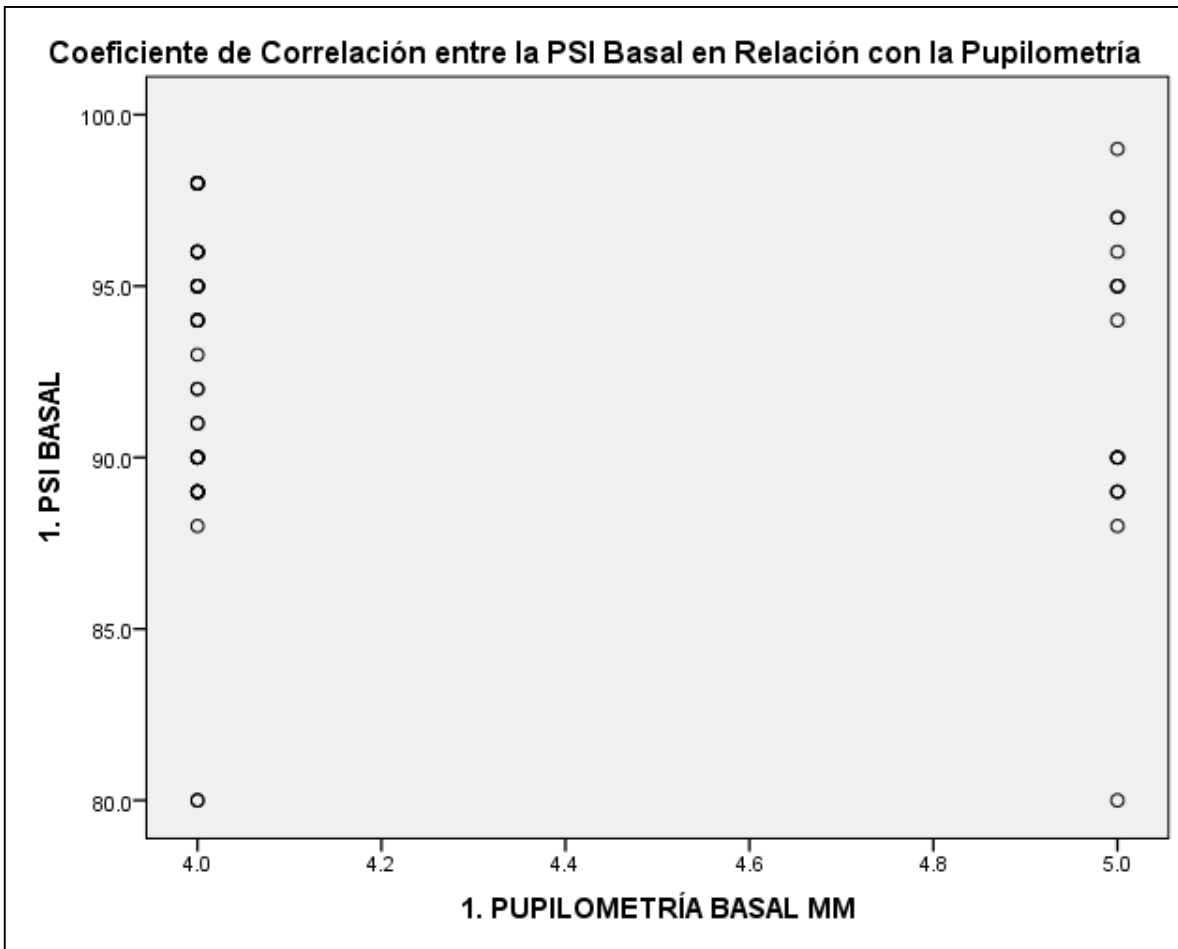
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 9.

Coefficiente de Correlación entre la PSI Basal en Relación con la Pupilometría			
Tipo de Variable		1. PSI Basal	1. Pupilometría Basal
1. PSI Basal	Correlación de Pearson	1	-.019
	Sig. (bilateral)		.888
	N	59	59
1. Pupilometría Basal	Correlación de Pearson	-.019	1
	Sig. (bilateral)	.888	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 2.



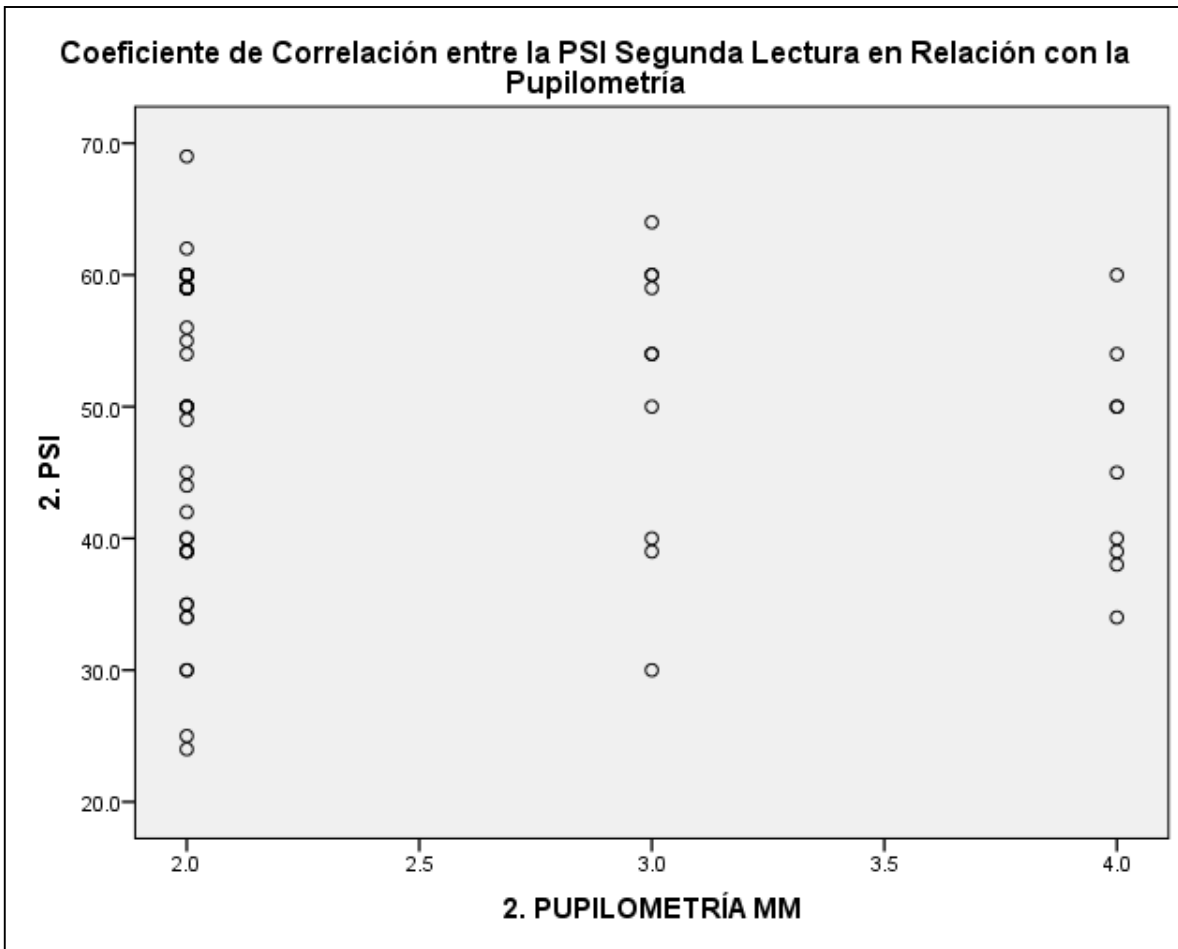
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 10.

Coefficiente de Correlación entre la PSI Segunda Lectura en Relación con la Pupilometría			
Tipo de Variable		2. PSI	2. Pupilometría
2. PSI	Correlación de Pearson	1	-0.049
	Sig. (bilateral)		0.714
	N	59	59
2. Pupilometría	Correlación de Pearson	-0.049	1
	Sig. (bilateral)	0.714	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 3.



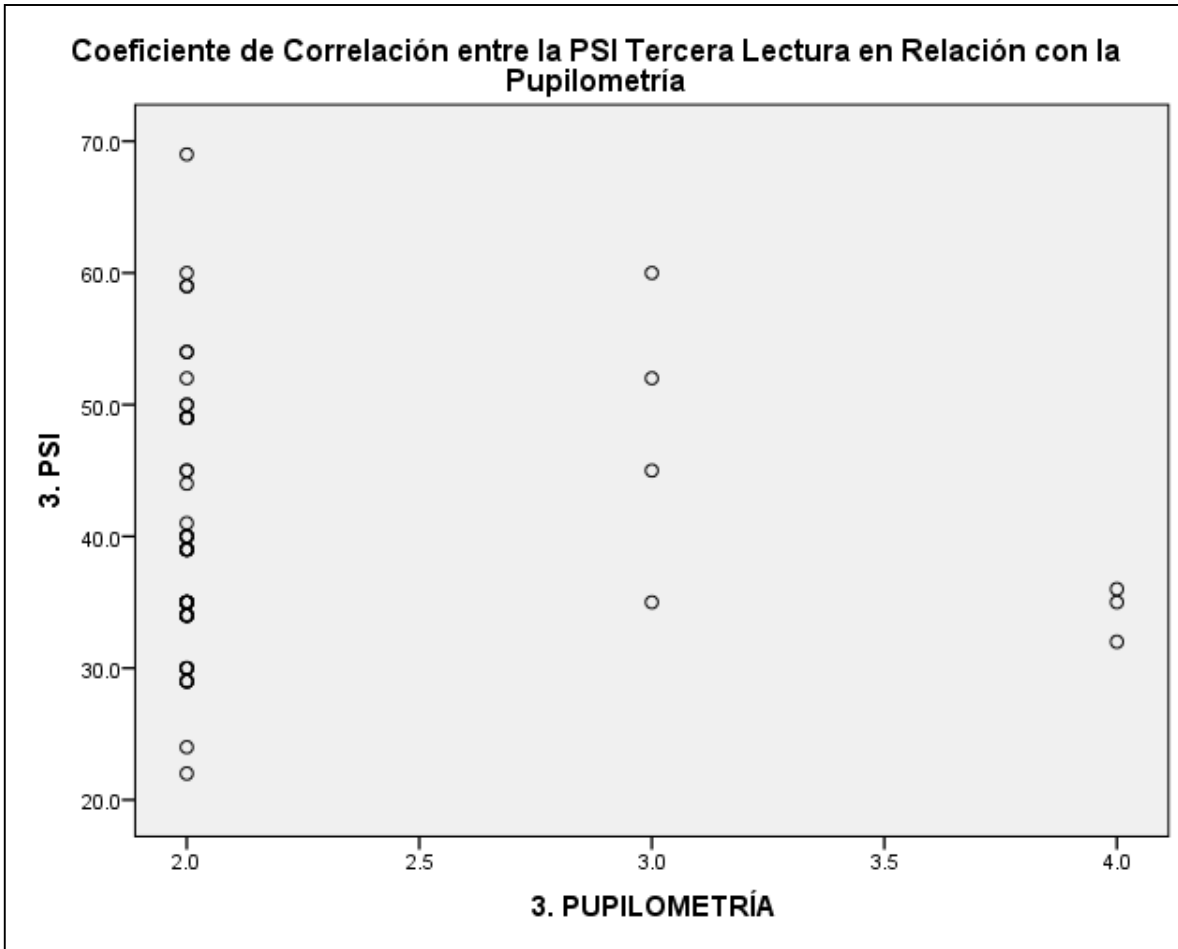
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 11.

Coeficiente de Correlación entre la PSI Tercera Lectura en Relación con la Pupilometría			
Tipo de Variable		3. PSI	3. Pupilometría
3. PSI	Correlación de Pearson	1	-0.02
	Sig. (bilateral)		0.881
	N	59	59
3. Pupilometría	Correlación de Pearson	-0.02	1
	Sig. (bilateral)	0.881	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 4.



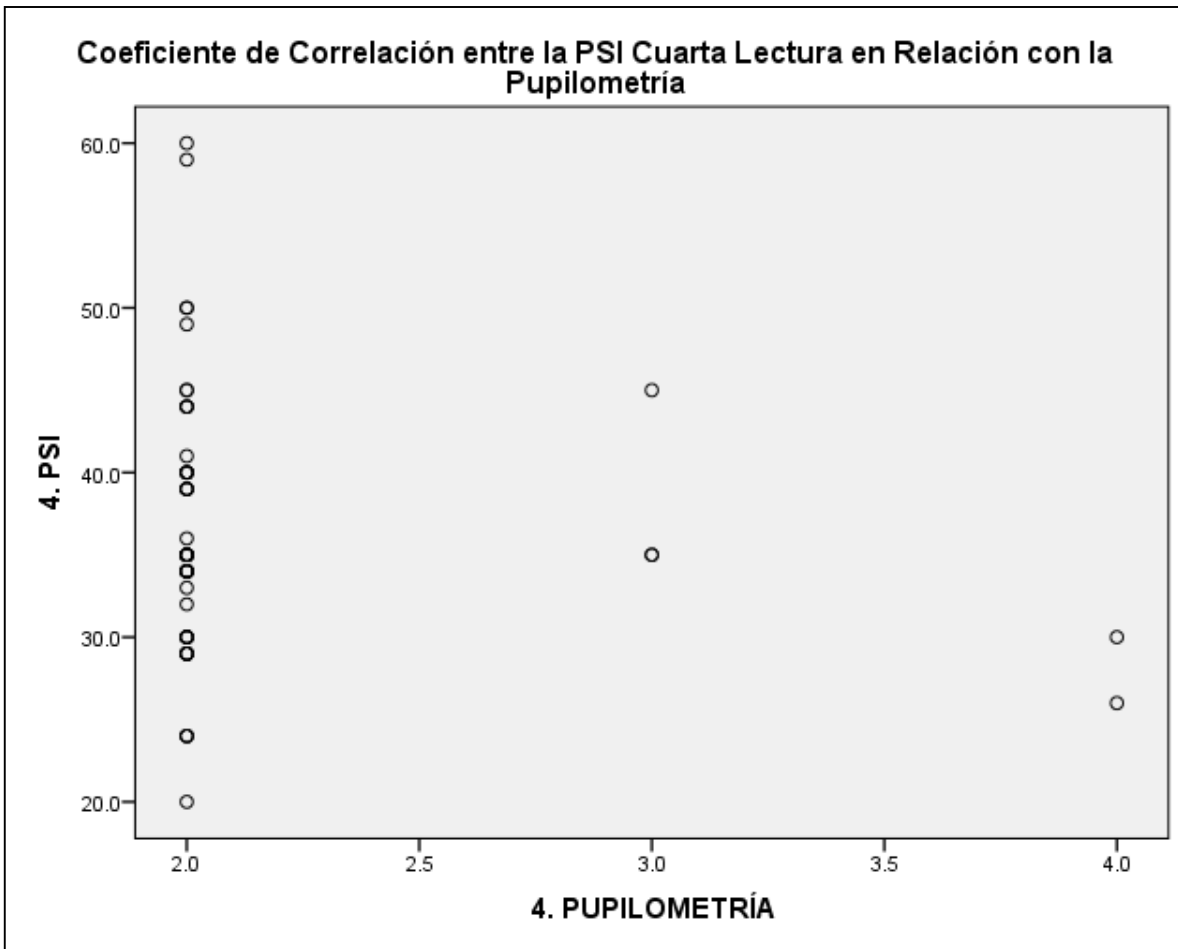
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 12.

Coeficiente de Correlación entre la PSI Cuarta Lectura en Relación con la Pupílometría			
Tipo de Variable		4. PSI	4. Pupílometría
4. PSI	Correlación de Pearson	1	-.0137
	Sig. (bilateral)		0.301
	N	59	59
4. Pupílometría	Correlación de Pearson	-.0137	1
	Sig. (bilateral)	0.301	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 5.



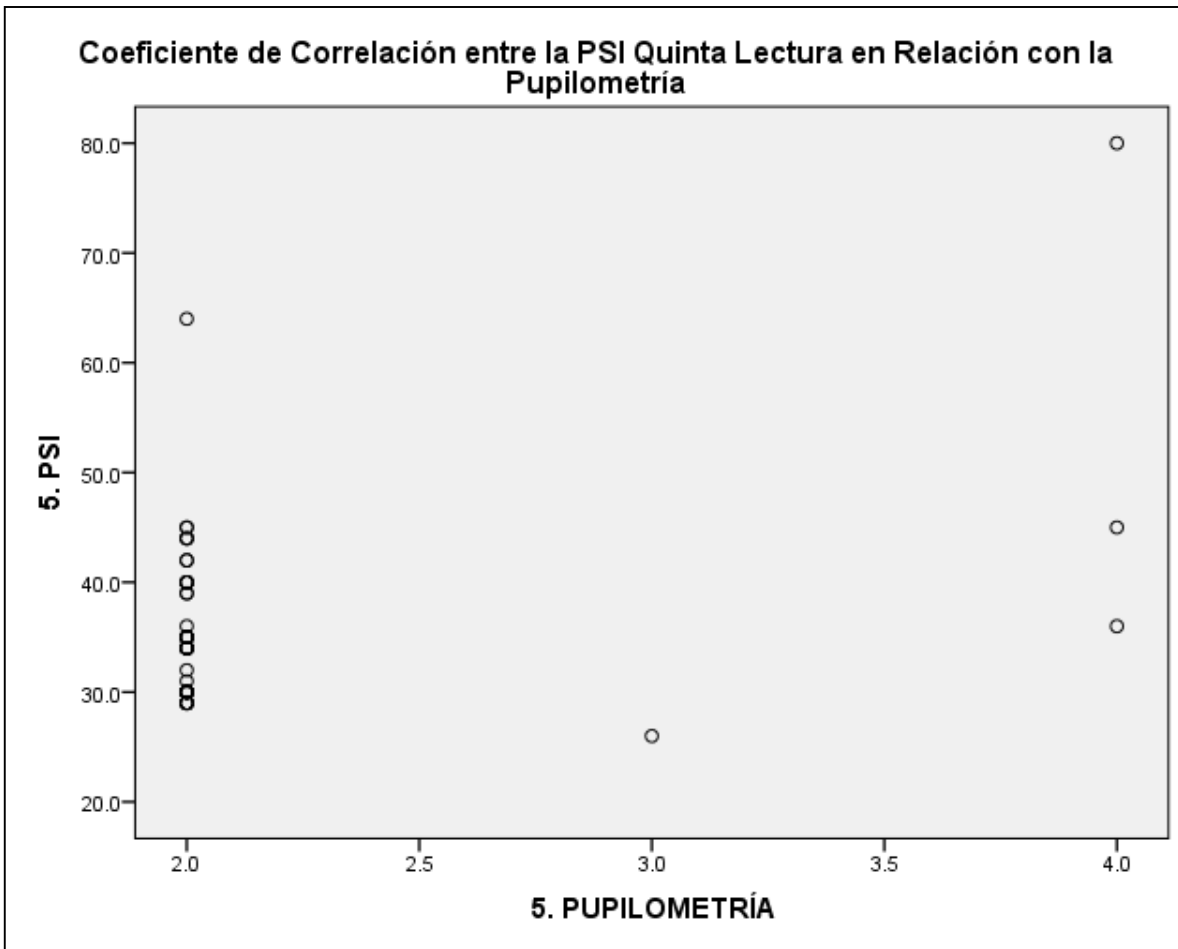
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 13.

Coeficiente de Correlación entre la PSI Quinta Lectura en Relación con la Pupilometría			
	Tipo de Variable	5. PSI	5. Pupilometría
5. PSI	Correlación de Pearson	1	0.423
	Sig. (bilateral)		0.001
	N	59	59
5. Pupilometría	Correlación de Pearson	0.423	1
	Sig. (bilateral)	0.001	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 6.



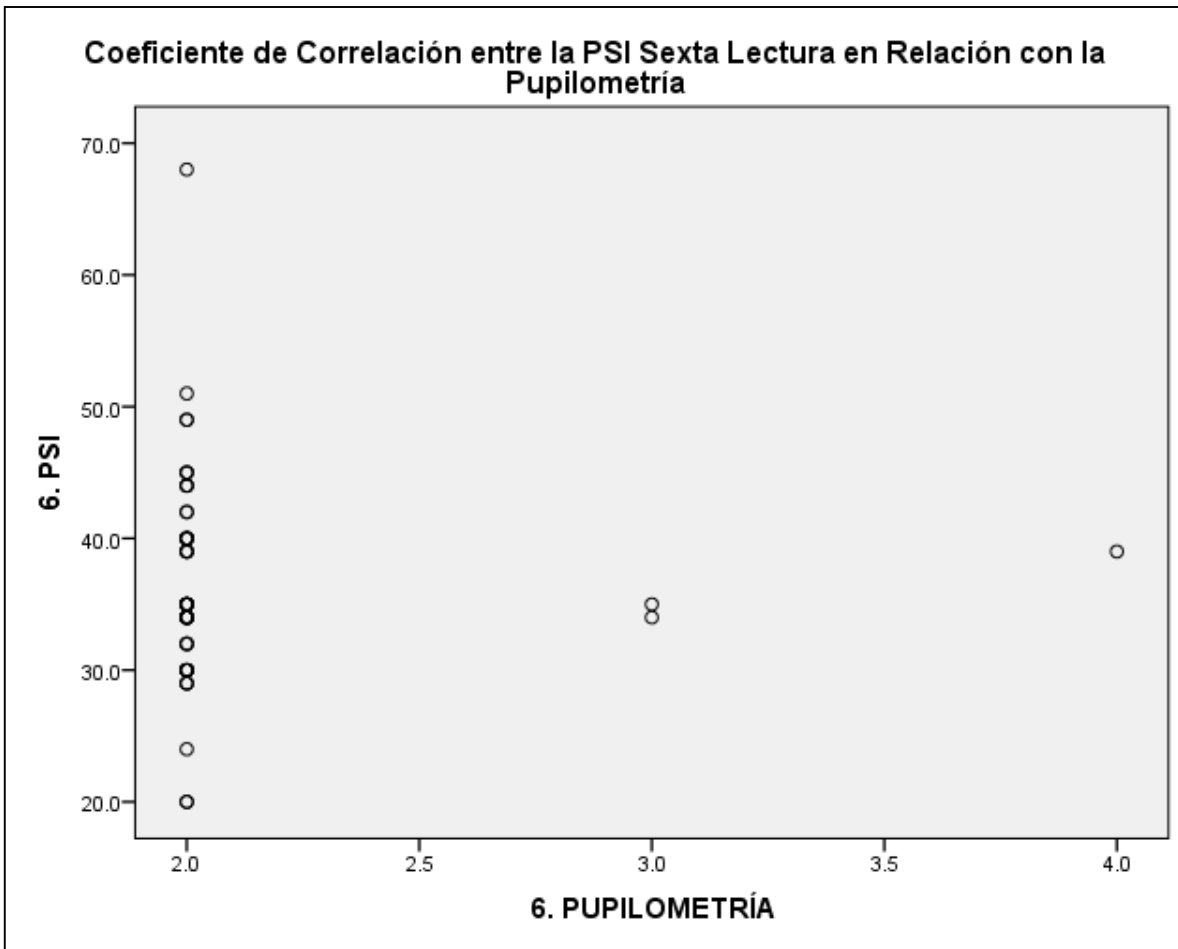
Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

TABLA 14.

Coeficiente de Correlación entre la PSI Sexta Lectura en Relación con la Pupíloimetría			
	Tipo de Variable	6. PSI	6. Pupíloimetría
6. PSI	Correlación de Pearson	1	0.009
	Sig. (bilateral)		0.944
	N	59	59
6. Pupíloimetría	Correlación de Pearson	0.009	1
	Sig. (bilateral)	0.944	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 7.



Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

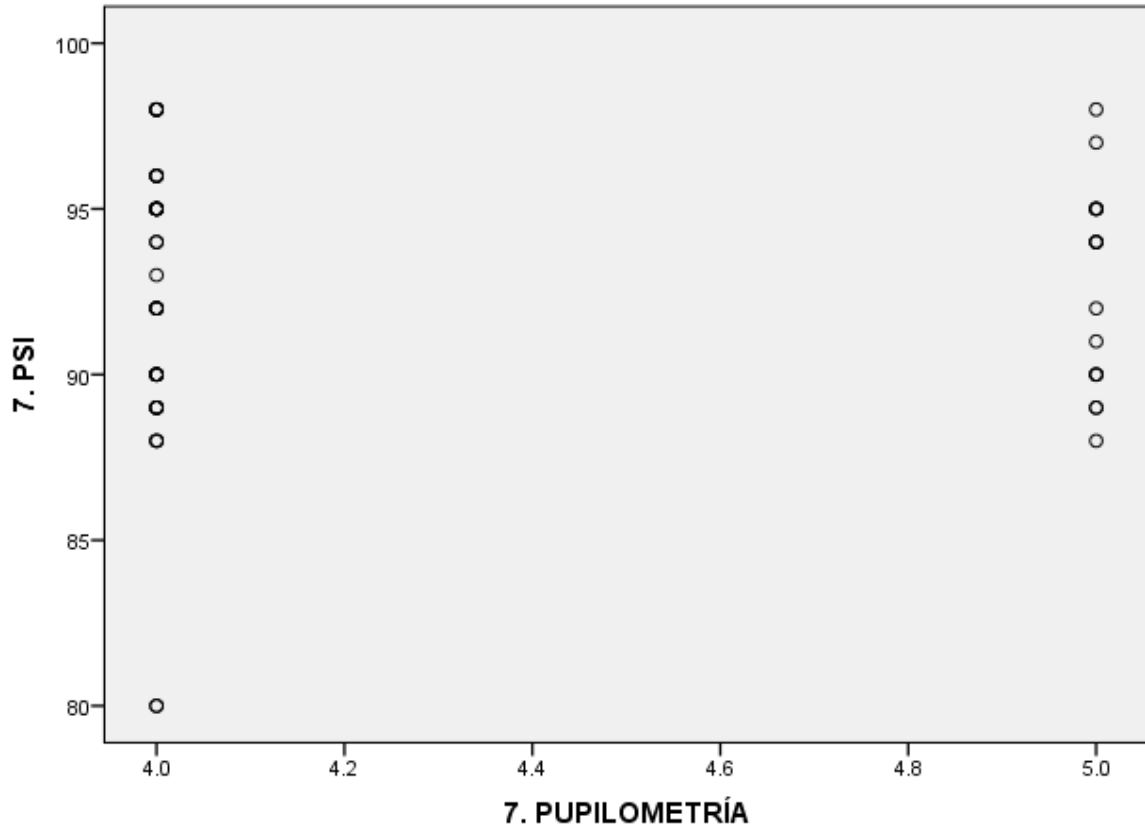
TABLA 15.

Coefficiente de Correlación entre la PSI Séptima Lectura en Relación con la Pupilometría			
	Tipo de Variable	7. PSI	7. Pupilometría
7. PSI	Correlación de Pearson	1	0.055
	Sig. (bilateral)		0.680
	N	59	59
7. Pupilometría	Correlación de Pearson	0.055	1
	Sig. (bilateral)	0.680	
	N	59	59

Fuente: Departamento de Anestesiología del Hospital de especialidades Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en la CDMX.

GRAFICO 8.

Coefficiente de Correlación entre la PSI Séptima Lectura en Relación con la Pupilometría



DISCUSIÓN

El PSI se obtiene a través de las ondas que expresa un ECG, así mismo se ha encontrado que la dilatación y contracción pupilar puede verse reflejada en las mismas ondas, tal como lo menciona **Yüzgec Ö et al (2018)** Se ha demostrado que los cambios temporales en el tamaño de la pupila estaban estrechamente relacionados con las oscilaciones en la potencia del EEG de banda limitada en animales despiertos, por lo que, se puede inferir que este acoplamiento también este presente durante el sueño, así como también en cómo difiere entre los diferentes estados cerebrales.⁷ Es por ello que no es una idea excéntrica el pensar que ambos parámetros, PIS y pupilometría puedan tener una correlación y con esto poder ser utilizadas ambas con el mismo fin y esperando los resultados sean confiables.

Entre los hallazgos de esta investigación, no se logró comprobar lo deseado, pues no se encontró una correlación entre la pupilometría con la prueba del PSI, sin embargo, esto pudo deberse a múltiples factores, desde el tipo de medicamentos usados, así como las condiciones del paciente, raza, sexo, IMC, comorbilidades, etcétera, todo esto pudieron ser influyentes directos en los resultado de la investigación, tal como lo comenta **Castellanos A et al (2014)** la administración de medicación preanestésica, el uso de bloqueadores neuromusculares y el empleo combinado de anestésicos intravenosos e inhalatorios ha determinado que muchos de los parámetros de referencia, se modifiquen y pierdan valor como guía para la determinación de cada etapa.³

Si bien no se logró demostrar la pupilometría podrían incluso en futuras investigaciones medirse las constantes vitales, pues por lo menos en esta investigación si existieron variaciones que de primera vista son coincidentes con el periodo anestésico, sin embargo valdría la pena comprobarlo científicamente, pues lo menciona **Berthoud V et al (2020)** Se reconoce que los parámetros clínicos como la frecuencia cardíaca o la presión arterial son insuficientes para realizar un seguimiento del equilibrio nocicepción/antinocicepción durante la

anestesia, razón por la cual se han desarrollado estos dispositivos de monitorización de la analgesia.²⁷

Martínez L et al (2015) El índice de estado de paciente PSI es un parámetro extraído de las ondas del EEG, ampliamente utilizado para la monitorización del efecto de los fármacos hipnóticos en el quirófano y unidades de cuidados críticos.⁵ En contraste a lo mencionado por el autor, en esta investigación el PSI fue coincidente con los valores obtenidos de acuerdo al momento de la valoración del paciente, siendo consistente con las múltiples investigaciones que demuestran es un adecuado instrumento para la valoración del estado anestésico de los pacientes durante el periodo intraoperatorio.

Wildemeersch D et al (2018) Dado el desarrollo de pupilómetros con un sistema integrado de seguimiento de pupila automatizado, PDR se puede utilizar durante procedimientos quirúrgicos en el quirófano para evaluar el estado nociceptivo.¹² La situación actual como la que menciona el autor citado, ha llevado a la realización de hipótesis en las cuales se cree que es posible utilizar múltiples métodos para la valoración del estado anestésico de un paciente, con resultados óptimos.

De manera desafortunada, tal como ya se mencionó, no se encontró una correlación adecuada entre la pupilometría y el PSI, sin embargo, esto no es un hallazgo nuevo, puesto que múltiples investigaciones han evidenciado que algunos métodos aunque pareciesen similares, estos miden situaciones diferentes, siendo una de estas investigaciones la realizada por **Park C et al (2020)** Un estudio mostró que el NPI distingue claramente el dolor (escala de calificación numérica ≥ 3) en pacientes quirúrgicos despiertos con dolor posoperatorio y tuvo un mejor desempeño que el SPI, sin embargo, para distinguir mejor la anestesia inadecuada durante la cirugía, los coeficientes de ponderación de las dos variables que determinan el valor de NPI debían cambiarse desde el estado consciente.²³

Finalmente, se citarán los criterios de Bradford Hill (1965) pertinentes a esta investigación:

“Consistencia” que nos describe lo siguiente: La asociación causa-efecto ha sido demostrada por diferentes estudios de investigación y bajo circunstancias distintas, sin embargo, la falta de consistencia no excluye la asociación causal, ya que distintos niveles de exposición y demás condiciones pueden disminuir el efecto del factor causal en determinados estudios.

“Especificidad”: Una causa origina un efecto en particular, este criterio no se puede utilizar para rechazar una hipótesis causal, porque muchos síntomas y signos obedecen a una causa y una enfermedad a veces es el resultado de múltiples causas.

“Analogía”: Se fundamenta en relaciones de causa-efecto establecidas, con base a las cuales si un factor de riesgo produce un efecto a la salud, otro con características similares pudiese producir el mismo efecto.

CONCLUSIONES

Se realizó una investigación en el Centro Médico Nacional “La Raza” en la Ciudad de México, bajo la supervisión del departamento de anestesiología y bajo una premisa mayor la cual dicta: Existe correlación positiva entre el PSI (índice del estado del paciente) intraoperatorio y la pupilometría en sujetos sometidos a cirugía abdominal bajo anestesia general $r: \geq 0.91$.

Una vez realizado y analizado los resultados a continuación se integran las conclusiones obtenidas.

En primera instancia al hacer una comparativa, por una parte, el PSI se mantuvo con valores oscilantes en las 7 mediciones siendo coincidente con el estado de consciencia en que se encontraba el paciente, en comparativa la pupilometría demostró que la apertura de la pupila fue disminuyendo constantemente durante las 7 mediciones.

Al aplicar una prueba de correlación de Pearson se encontró que solo existió una correlación moderada en la quinta medición, para el resto de las mediciones en ningún caso existió significancia estadística para hacer valido el nivel de correlación que fue oscilante entre valores negativos y positivos.

Por tanto, se concluye aceptar una hipótesis alterna, ya que no se cumplió con lo esperado para aceptar la hipótesis de trabajo, pero en contraparte tampoco se cumple con lo especificado para la hipótesis nula.

También se puede asegurar con los resultados obtenidos que no existe una correlación adecuada entre la prueba PSI y la pupilometría, descartando la idea que la pupilometría pueda ser utilizados para el mismo fin que la prueba PSI, en este caso medir el estado de un paciente sometido a cirugía abdominal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Meijer F., Niesters M., Velzen M., Martini C., Olofsen E., Edry R., et al. Does nociception monitor-guided anesthesia affect opioid consumption? A systematic review of randomized controlled trials. *J Clin Monit Comput.* [Internet] 2020 [citado en 2022 mayo 27]; 34 (4): 629 – 641. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31327102/>
2. Brown E., Pavone K., Naranjo M. Multimodal General Anesthesia: Theory and Practice. *Anesth Analg.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 127 (5): 1246 – 1258. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30252709/>
3. Castellanos A., Rascón D., Genis H., Vasquez P. Profundidad anestésica y morbimortalidad postoperatoria. *Anestesia en el paciente senil.* [Internet] 2014 [citado en 2022 mayo 27]; 37 (1): 108 – 112. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2014/cmas141ae.pdf>
4. Jonckheere J., Bonhomme V., Jeanne M., Boselli E., Gruenewald M., Logier R., et al. Physiological Signal Processing for Individualized Anti-nociception Management During General Anesthesia: a Review. *Yearb Med Inform.* [Internet] 2015 [citado en 2022 mayo 27]; 10 (1): 95 – 101. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26293855/>
5. Martínez L., Cordero I., Iglesias R., Recio L. Correlación de predictores clínicos de profundidad anestésica e índice de estado cerebral en cirugía de colon. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación.* [Internet] 2015 [citado en 2022 mayo 27]; 14 (2): 136 – 146. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-67182015000200006
6. Rouche O., Wolak A., Destoop Q., Milloncourt L., Floch T., Raclot P., et al. Evaluation of the depth of sedation in an intensive care unit based on the photo motor reflex variations measured by video pupillometry. *Ann Intensive Care.* [Internet] 2013 [citado en 2022 mayo 27]; 3 (1): 1 – 4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23433043/>
7. Yüzgeç Ö., Prsa M., Zimmermann R., Huber D. Pupil Size Coupling to Cortical States Protects the Stability of Deep Sleep via Parasympathetic

- Modulation. *Curr Biol.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 28 (3): 392 – 400. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29358069/>
8. Stasiowski M., Szumera I., Wardas P., Król S., Żak J., Missir A., et al. Adequacy of Anesthesia and Pupillometry for Endoscopic Sinus Surgery. *J Clin Med.* [Internet] 2021 [citado en 2022 mayo 27]; 10 (20): 1 – 15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8537175/>
 9. Larson M., Singh V. Portable infrared pupillometry in critical care. *Crit Care.* [Internet] 2016 [citado en 2022 mayo 27]; 20 (1): 1 – 3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27329287/>
 10. Packiasabapathy S., Rangasamy V., Sadhasivam S. Pupillometry in perioperative medicine: a narrative review. *Can J Anaesth.* [Internet] 2021 [citado en 2022 mayo 27]; 68 (4): 566 – 578. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33432497/>
 11. Haddock J., Mercante D., Paccione R., Breaux J., Jolley S., Johnson J., et al. Use of Digital Pupillometry to Measure Sedative Response to Propofol. *Ochsner J.* [Internet] 2017 [citado en 2022 mayo 27]; 17 (3): 250 – 253. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29026357/>
 12. Wildemeersch D., Peeters N., Saldien V., Vercauteren M., Hans G. Pain assessment by pupil dilation reflex in response to noxious stimulation in anaesthetized adults. *Acta Anaesthesiol Scand.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 62 (8): 1050 – 1056. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29671874/>
 13. Bartholmes F., Malewicz N., Ebel M., Zahn P., Meyer C. Pupillometric Monitoring of Nociception in Cardiac Anesthesia. *Dtsch Arztebl Int.* [Internet] 2020 [citado en 2022 mayo 27]; 117 (49): 833 – 840. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33593477/>
 14. Rorick L., Witcher J., Lowe S., Gonzales C., Weller M., Bell R., et al. Determining pharmacological selectivity of the kappa opioid receptor antagonist LY2456302 using pupillometry as a translational biomarker in rat and human. *Int J Neuropsychopharmacol.* [Internet] 2014 [citado en 2022

- mayo 27]; 18 (2): 1 – 11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25637376/>
15. Fratino S., Peluso L., Talamonti M., Menozzi M., Costa L., Lobo F., et al. Evaluation of Nociception Using Quantitative Pupillometry and Skin Conductance in Critically Ill Unconscious Patients: A Pilot Study. *Brain Sci.* [Internet] 2021 [citado en 2022 mayo 27]; 11 (1): 1 – 11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33467451/>
 16. Laycock H., Bantel C. The value of pupillary dilation in pre-emptive analgesia: is there more to this than meets the eye? *Crit Care.* [Internet] 2013 [citado en 2022 mayo 27]; 17 (5): 1 – 2. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24000824/>
 17. Ghanty I., Schraag S. The quantification and monitoring of intraoperative nociception levels in thoracic surgery: a review. *J Thorac Dis.* [Internet] 2019 [citado en 2022 mayo 27]; 11 (9): 4059 – 4071. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31656682/>
 18. Wildemeersch D., Gios J., Jorens P., Hans G. Objective Nociceptive Assessment in Ventilated ICU Patients: A Feasibility Study Using Pupillometry and the Nociceptive Flexion Reflex. *J Vis Exp.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 137: 1 – 8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30035771/>
 19. Wildemeersch D., Baeten M., Peeters N., Saldien V., Vercauteren M., Hans G. Pupillary dilation reflex and pupillary pain index evaluation during general anaesthesia: a pilot study. *Rom J Anaesth Intensive Care.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 25 (1): 19 – 23. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29756058/>
 20. Quispe A., Fernandes C., Crippa I., Peluso L., Calabrò L., Vincent J., et al. The use of automated pupillometry to assess cerebral autoregulation: a retrospective study. *J Intensive Care.* [Internet] 2020 [citado en 2022 mayo 27]; 8: 1 – 8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32765886/>
 21. Won Y., Gun B., Sung Y., Lee M., Kim H. Usefulness of surgical pleth index-guided analgesia during general anesthesia: a systematic review and meta-

- analysis of randomized controlled trials. *J Int Med Res.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 46 (11): 4386 – 4398. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30198405/>
22. Guo J., Zhu W., Shi Q., Bao F., Xu J. Effect of surgical pleth index-guided analgesia versus conventional analgesia techniques on fentanyl consumption under multimodal analgesia in laparoscopic cholecystectomy: a prospective, randomized and controlled study. *BMC Anesthesiol.* [Internet] 2021 [citado en 2022 mayo 27]; 21 (1): 1 – 9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34088270/>
23. Park C., Yang M., Choi B., Jeon B., Lee Y., Shin H., et al. Performance of the nasal photoplethysmographic index as an analgesic index during surgery under general anaesthesia. *Sci Rep.* [Internet] 2020 [citado en 2022 mayo 27]; 10 (1): 1 – 7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32346057/>
24. Martinez P., Weber E. Different perspectives for monitoring nociception during general anesthesia. *Korean J Anesthesiol.* [Internet] 2022 [citado en 2022 mayo 27]; 75 (2): 112 – 123. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35172074/>
25. Weber F., Geerts N., Roeleveld H., Warmenhoven A., Liebrand C. The predictive value of the heart rate variability-derived Analgesia Nociception Index in children anaesthetized with sevoflurane: An observational pilot study. *Eur J Pain.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 22 (9): 1597 – 1605. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29754420/>
26. Abrão D., Guimarães L., Martins S., Rezende L.. Comparison between Analgesia Nociception Index (ANI) and self-reported measures for diagnosing pain in conscious individuals: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports.* [Internet] 2022 [citado en 2022 mayo 27]; 12 (286): 1 – 12. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06993-z>
27. Berthoud V., Nguyen M., Appriou A., Ellouze O., Radhouani M., Constandache T., et al. Pupillometry pain index decreases intraoperative

- sufentanyl administration in cardiac surgery: a prospective randomized study. *Sci Rep.* [Internet] 2020 [citado en 2022 mayo 27]; 10 (1): 1 – 9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33273644/>
28. Sabourdin N., Burey J., Tuffet S., Thomin A., Rousseau A., Al M., et al. Analgesia Nociception Index-Guided Remifentanil versus Standard Care during Propofol Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med.* [Internet] 2022 [citado en 2022 mayo 27]; 11 (2): 1 – 11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35054027/>
29. McAnany J., Smith B., Garland A., Kagen S. iPhone-based Pupillometry: A Novel Approach for Assessing the Pupillary Light Reflex. *Optom Vis Sci.* [Internet] 2018 [citado en 2022 mayo 27]; 95 (10): 953 – 958. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30234829/>
30. Paulus J., Roquilly A., Beloeil H., Théraud J., Asehnoune K., Lejus C. Pupillary reflex measurement predicts insufficient analgesia before endotracheal suctioning in critically ill patients. *Crit Care.* [Internet] 2013 [citado en 2022 mayo 27]; 17 (4): 1 – 8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23883683/>

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Instituto Mexicano del Seguro Social
 Jefatura de Prestaciones Médicas
 Coordinación de Planeación y Enlace Institucional
 Coordinación Auxiliar de Investigación en Salud
 Centro Médico Nacional La Raza
 Ciudad de México
 Cedula de Recolección de datos

“CORRELACIÓN ENTRE LA PUPILOMETRÍA Y PSI (INDICE DEL ESTADO DEL PACIENTE) INTRAOPERATORIO EN SUJETOS SOMETIDOS A CIRUGÍA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL”

NOMBRE: _____ **NSS:** _____

Ficha de Identificación

Edad: _____ **Género:**

MAS
FEM

Describir: _____

	BASAL (ANTES DE ANALGESIA)	INDUCCIÓN ANESTÉSICA	LARINGOSCOPIA	INCIO DE CX (INCISIÓN)	MANTENIMIENTO ANESTÉSICO 30 MIN	MANTENIMIENTO ANESTÉSICO 60 MIN	EMERSIÓN ANESTESIA	RECUPERACIÓN
PSI								
Pupilometría								
FC								
PA								

Medicamento anestésico:

Describir:

Dra. Blanca Anabel Blancas Breña

Departamento de Anestesiología