



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO. 2 OOAD AGUASCALIENTES

“USO DEL SENSOR TOBII PARA MAPEO OCULAR EN LA REVISIÓN DE RADIOGRAFÍAS DE ABDOMEN EN PACIENTES CON COLECISTITIS AGUDA Y OBESIDAD MÓRBIDA EN EL SERVICIO DE URGENCIAS”

TESIS PRESENTADA POR LA RESIDENTE:
LAURA LILIA RAMIREZ VELAZQUEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN:
URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS

ASESOR (ES):

**Dra. Blanca Azucena
Acevedo Ruiz Esparza**
Médico Especialista en
Radiología e Imagen

**Dr. Juan Manuel Gutiérrez
Montoya**
Médico Especialista en
Urgencias Medico Quirúrgicas

AGUASCALIENTES, AGUASCALIENTES

ABRIL 2025



AUTORIZACIONES

CARTA DE CONCLUSIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, ABRIL DEL 2025

DR. SERGIO RAMIREZ GONZALEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad de URGENCIAS MÉDICO QUIRÚRGICAS del Hospital General de Zona No. 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes.

DRA. LAURA LILIA RAMÍREZ VELÁZQUEZ

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

“Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de urgencias”

con Número de Registro: R-2025-101-065 del Comité Local de Ética en Investigación No. 1018 y el comité de Investigación en Salud No.101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

La **Dra. Laura Lilia Ramírez Velázquez**, asistió a las asesorías correspondientes con su director de tesis y realizó las actividades para la realización del protocolo de investigación, con apego al plan de trabajo, dando cumplimiento a la normatividad de investigación vigente en el Instituto Mexicano del Seguro Social.

Sin otro particular, agradezco a usted su atención, enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE:

DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR
COORDINADOR AUXILIAR MÉDICO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO - ESPECIALIDADES MÉDICAS

Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 26/08/24

NOMBRE: RAMIREZ VELAZQUEZ LAURA LILIA **ID** 23557

ESPECIALIDAD: EN URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS **LGAC (del posgrado):** ATENCION INICIAL EN URGENCIAS MEDICAS Y PROCEDIMIENTOS CLINICOS

TIPO DE TRABAJO: Tesis Trabajo práctico

TITULO: USO DEL SENSOR TOBII PARA MAPEO OCULAR EN LA REVISION DE RADIOGRAFIAS DE ABDOMEN EN PACIENTES CON COLECISTITIS AGUDA Y OBESIDAD MORBIDA EN EL SERVICIO DE URGENCIAS

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): MEJORA EN LA PRECISION DIAGNOSTICA EN PACIENTES CON OBESIDAD MORBIDA Y COLECISTITIS AGUDA, REDUCIENDO COMPLICACIONES, OPTIIZANDO RECURSOS DEL IMSS Y FORTALECIENDO LA CAPACITACION MEDICA EN URGENCIAS

INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:

Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:

- SI El trabajo es congruente con las LGAC de la especialidad médica
- SI La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
- SI Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
- SI Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
- SI Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
- SI El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
- SI Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
- NO Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
- SI Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)

El egresado cumple con lo siguiente:

- SI Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, etc)
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
- SI Cuenta con la aprobación del (la) Jefe de Enseñanza y/o Hospital
- SI Coincide con el título y objetivo registrado
- SI Tiene el CVU del Conahcyt actualizado
- NA Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

Sí
 No

FIRMAS

Revisó:

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:

MCB.E SILVIA PATRICIA GONZÁLEZ FLORES

Autorizó:

NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:

DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado

En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



Aguascalientes, Ags. 25 de Agosto del 2025

**DR SERGIO RAMIREZ GONZALEZ
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES
PRESENTE.**

Por medio de la presente hago constar que la C. Dra. **Blanca Azucena Acevedo Ruiz Esparza**, médico adscrito y asesora de tesis de la C. Dra. **Laura Lilia Ramírez Velázquez**, de la especialidad de Urgencias Médico-Quirúrgicas del Hospital General de Zona No. 2, Aguascalientes, fue designada como asesora de tesis sin pertenecer al núcleo académico de profesores durante el ciclo 2024-2025.

La Dra. Acevedo Ruiz Esparza cuenta con las competencias establecidas en las LAGC y se desempeña como investigadora clínica adscrita al Comité de Investigación de SIRELCIS, fungiendo actualmente como vocal del Comité Local de Investigación en Salud 101. Asimismo, ha participado previamente como asesora en proyectos de tesis, motivo por el cual se considera su inclusión en el núcleo académico básico del ciclo en curso.

Lo anterior se hace de su conocimiento, agradeciendo de antemano la atención prestada.

Dr. Enrique Ramírez Arreola



Coordinador Clínico de Educación
e Investigación en Salud

Dr. Enrique Ramírez Arreola

COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION HGZ No. 2

Dra. Blanca Azucena Acevedo Ruíz Esparza
ASESOR DE TESIS



Gobierno de
México



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



Órgano de Operación Administrativa Desconcentrada en Aguascalientes.
Jefatura de los Servicios de Prestaciones Médicas.
Coordinación de Planeación en Enlace Institucional
Coordinación Auxiliar Médica de Educación en Salud.

Of. N° REF. N° 019001280100/119/2025
Aguascalientes, Aqs., a 30 de abril de 2025

ASUNTO: OFICIO DE NO ADEUDO ACADÉMICO

Dra. Susana Barceló Corrales.
Titular de la División de Formación de Recursos Humanos para la Salud.
PRESENTE. -

Por este conducto le envío un saludo notifico a usted que la médica egresada:

DR. LAURA LILIA RAMIREZ VELAZQUEZ

Ha concluido satisfactoriamente el trabajo de investigación, para dar inicio al proceso de titulación en la modalidad de TESIS y que NO cuenta con adeudos a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y tampoco en la unidad médica sede y obran en esta coordinación los siguientes datos.

Curso de Especialización	MEDICINA DE URGENCIAS
Año de ingreso	2022
Año de egreso	2025
Unidad Médica Sede	HOSPITAL GENERAL DE ZONA No. 2
Título de Tesis	"USO DEL SENSOR TOBII PARA MAPEO OCULAR EN LA REVISIÓN DE RADIOGRAFÍAS DE ABDOMEN EN PACIENTES CON COLECISTITIS AGUDA Y OBESIDAD MÓRBIDA EN EL SERVICIO DE URGENCIAS"
Número de Folio en SIRELCIS	F-2025-101-041
Número de registro en SIRELCIS	R-2025-101-065

Que, para trámite de recepción de Diploma de Conclusión del Curso de Especialización, entrega 2 ejemplares en original de la tesis concluida, con revisión de las firmas de autorización de la tesis por su CCEIS, profesor titular y director de tesis, así como dictamen de aprobado por los comités de ética e Investigación. Para lo cual anexo el Historial de registro del protocolo en la plataforma de SIRELCIS.

Sin otro particular me despido.

ATENTAMENTE.
"SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL"

Dr. Jaime Agüela Arreola
Coordinador Auxiliar Médico de Educación en Salud.
COAD-Aguascalientes.

JAA/ja
Ccp: Archivo



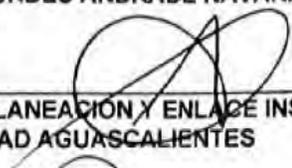
2025
Año de
La Mujer
Indígena

FIRMAS:

"USO DEL SENSOR TOBII PARA MAPEO OCULAR EN LA REVISIÓN DE RADIOGRAFÍAS DE
ABDOMEN EN PACIENTES CON COLECISTITIS AGUDA Y OBESIDAD MÓRBIDA EN EL
SERVICIO DE URGENCIAS"

Número de Folio: f-2025-101-041
Número de Registro: R-2025-101-065

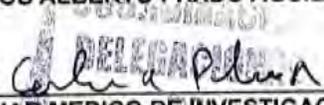
DRA. LOURDES ANDRADE NAVARRO *Dra. Lourdes Andrade Navarro*


COORDINADOR DE PLANEACION Y ENLACE INSTITUCIONAL
OOAD AGUASCALIENTES

DR. JAIME AZUELA ANTUNA *Dr. Jaime Azuela Antuna*


COORDINADOR AUXILIAR MEDICO DE EDUCACION EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR


COORDINADOR AUXILIAR MEDICO DE INVESTIGACION EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

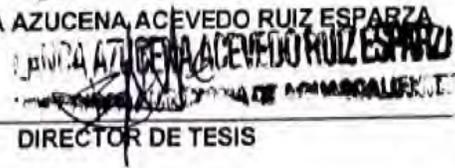
pDR. ENRIQUE RAMIREZ ARREOLA


COORDINADOR CLINICO DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA 2

DR. MIGUEL ANGEL MACIAS ESTRADA


Dr. Miguel Angel Macias Estrada
URGENCIAS
MAT. 99018207
C.A. Blvd. 20584 U.A.Z.
PROFESOR TITULAR

DRA. BLANCA AZUCENA ACEVEDO RUIZ ESPARZA


DIRECTOR DE TESIS

CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS

AGUASCALIENTES, AGS, A 29 DE ABRIL DE 2025

**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN Y ÉTICA EN INVESTIGACIÓN EN SALUD 101
HOSPITAL GENERAL DE ZONA NO.1, AGUASCALIENTES**

Por medio de la presente le informo que la Residente de la Especialidad en **URGENCIAS MEDICO QUIRURGICAS** del Hospital General de Zona No. 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social de la Delegación Aguascalientes:

DRA. LAURA LILIA RAMIREZ VELAZQUEZ

Ha concluido satisfactoriamente con el trabajo de titulación denominado:

“USO DEL SENSOR TOBII PARA MAPEO OCULAR EN LA REVISIÓN DE RADIOGRAFÍAS DE ABDOMEN EN PACIENTES CON COLECISTITIS AGUDA Y OBESIDAD MÓRBIDA EN EL SERVICIO DE URGENCIAS”

Número de Registro: R-2025-101-065 del Comité Local de Ética en Investigación No. 1018 y el comité de Investigación en Salud No. 101.

Elaborado de acuerdo con la opción de titulación: **TESIS**.

La **DRA. LAURA LILIA RAMIREZ VELAZQUEZ**, asistió a las asesorías correspondientes y realizo las actividades apegadas al plan de trabajo, por lo que no tengo inconvenientes para que se proceda a la impresión definitiva ante el comité que usted preside, para que sean realizados los tramite correspondientes a su especialidad. Sin otro particular, agradezco la atención que sirva a la presente, quedando a sus órdenes para cualquiera aclaración.

ATENTAMENTE:

DRA. LOURDES ANDRADE NAVARRO



COORDINADORA DE
PLANEACIÓN Y ENLACE
INSTITUCIONAL
OOAD AGUASCALIENTES

DR. JAIME AZUELA ANTUNA



COORDINADOR AUXILIAR
MÉDICO DE EDUCACIÓN
EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

DR. CARLOS ALBERTO PRADO AGUILAR



COORDINADOR AUXILIAR
MÉDICO DE INVESTIGACIÓN
EN SALUD
OOAD AGUASCALIENTES

DR. ENRIQUE RAMIREZ ARREOLA



COORDINADOR CLÍNICO DE EDUCACIÓN E
INVESTIGACIÓN EN SALUD
HOSPITAL GENERAL DE ZONA 2

DR. MIGUEL ANGEL MACIAS ESTRADA



PROFESOR TITULAR

CARTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TESIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Dictamen de Aprobado

Comité de Ética en Investigación No. 1018,
(H. B. R. A. ZONA VIIII)

Registro COSEPRIS 17 CI 01 001 038
Registro COSEDETETIA CONRSISTICA 01 CEI 001 2018027

P.O. Box Marías, 22 de abril de 2020

Maestro (a) **BLANCA AZUCENA ACEVEDO RUIZ ESPARZA**

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional:

Sea número de registro:

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Doctor (a) **AGUILAR MERCADO VIRGINIA VERÓNICA**
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 1018

Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **101**,
H GRAL ZONA NUM 1

Registro COFEPRIS **17 CI 01 001 038**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 01 CEI 001 2018082**

FECHA **Viernes, 25 de abril de 2025**

Maestro (a) BLANCA AZUCENA ACEVEDO RUIZ ESPARZA

P R E S E N T E

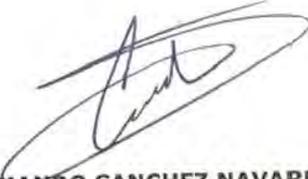
Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2025-101-065

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE


Doctor (a) CARLOS ARMANDO SANCHEZ NAVARRO
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 101

AGRADECIMIENTOS:

Primero, gracias a Dios; sin Su guía, este sueño no habría sido posible.

A mi familia, especialmente a mi madre, Hermila Velázquez Valdivia, cuyo amor, fe inquebrantable y palabras de aliento sostuvieron mi corazón en los momentos más difíciles.

Gracias por creer en mí, incluso cuando yo dudaba.

Al Dr. Raúl Lara Barrón, quien no hubo día en que no estuviera ahí para apoyarme y animarme a seguir adelante.

A mis amigos, el Dr. Hugo Fernando Castillo Zambrano, la Dra. Laura Valeria Moreno Muñoz y la Enf. Ma. Guadalupe Morales Chávez, quienes no me dejaron rendirme a pesar de las adversidades y la distancia.

A los doctores y verdaderos maestros que confiaron en mí: el Dr. Carlos Alberto Prado Aguilar, la Dra. Lourdes Andrade Romero, el Dr. Jaime Azuela Antuna, la Dra. Ana Luisa Robles Rivera, la Dra. Alicia Quezada García, el Dr. Luis Fernando García Silva y el Dr. Benjamín Madrigal Alonso.

Siempre llevaré en mi corazón sus consejos y las valiosas lecciones que me brindaron.

A mis asesores, la Dra. Blanca Azucena Acevedo Ruiz Esparza y el Dr. Juan Manuel Gutiérrez Montoya, por su incansable apoyo y orientación en cada etapa de este proyecto. Con profunda gratitud, agradezco al personal de Enfermería, de Limpieza e Higiene, y a los Guardias de Seguridad del Hospital General de Zona No. 2. Cada uno de ustedes, con su esfuerzo silencioso y dedicación diaria, fue parte esencial de este logro. Su trabajo, muchas veces invisible, fue el pilar sobre el cual pude construir este sueño.

Y, sobre todo, a mis pacientes: gracias por confiarme lo más valioso, su salud y su esperanza.

A todos ustedes: mil gracias, desde lo más profundo de mi corazón.

Este logro también es suyo.

“Porque comenzar de nuevo, solo depende de ti.”

INDICE GENERAL

Contenido

INDICE GENERAL	1
RESUMEN	5
ABSTRACT	7
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN:	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Estrategias de Búsqueda de Información	10
2.2 Antecedentes Científicos	11
2.3 Definición:	13
CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL	13
3.1 Marco referencial	13
3.2 Marco conceptual:	14
3.3 Índice de Masa Corporal, obesidad mórbida y su relación con colecistitis y coledocistitis aguda	15
3.4 Perfiles médicos y su influencia en la interpretación radiológica	16
3.5 Principios y tecnología del sensor Tobii	17
3.6 Justificación:	18
3.7 Relevancia clínica e institucional	19
3.8 Aporte al conocimiento y vacío existente	19
3.9 Aplicabilidad en el Servicio de Urgencias del HGZ No. 2	20
3.10 Finalidad del estudio	20
3.11 Diseminación de resultados	20
3.12 Beneficiarios del estudio	21
Capítulo 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
4.1 Definición del problema	21

4.2	Magnitud, frecuencia y distribución	22
4.3	Causas probables	22
4.4	Soluciones propuestas previamente	23
4.5	Preguntas sin respuesta	23
4.6	Pregunta de investigación:	24
Capítulo 5.	OBJETIVOS	24
5.1	Objetivo General:	24
5.2	Objetivos Específicos	24
5.3	Viabilidad técnica del sensor Tobii	25
Capítulo 6.	HIPÓTESIS	26
Capítulo 7.	METODOLOGIA	26
7.1	Diseño del estudio:	26
7.2	Población y muestra	26
7.3	Criterios de inclusión, exclusión y eliminación:	26
7.3.1	Criterios de inclusión:	26
7.3.2	Criterios de exclusión:	27
7.3.3	Criterios de eliminación:	27
7.4	Procedimiento general del estudio	27
7.5	Recolección y sistematización de datos	29
7.6	Reproducibilidad y validez	29
7.7	Control de calidad	29
7.8	Análisis de datos:	31
7.9	Aspectos éticos:	32
7.10	Recursos materiales y Humanos:	33
7.10.1	Recursos materiales:	33
7.10.2	Recursos humanos:	33
7.10.3	Recursos documentales y clínicos:	33

7.11 Financiamiento:	34
7.12 Factibilidad:	34
7.13 Cronograma de actividades	34
Capítulo 8. RESULTADOS	35
8.1 Distribución de población	35
8.2 Proporción Del Tiempo De Fijación Visual	36
8.3 Mapa de Calor	38
Capítulo 9. DISCUSIONES	40
Capítulo 10. CONCLUSIÓN	41
Capítulo 11. GLOSARIO	42
Capítulo 12. REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	49
Anexo A Carta de consentimiento informado	49
Anexo B Instrumento de recolección de datos.....	50
Anexo C Manual Operacional	51
 Índice de Tablas:	
2.1 Estrategias de Búsqueda de Información	10
7.13 Cronograma de actividades	34

Índice Graficas y Figuras:

2.1 Estrategias de Búsqueda de Información.....	10
Imagen 1. Sensor Tobii.....	18
Imagen 2. Tobii ProLab	28
Figura 1. Distribución de participantes, donde se observa una distribución equilibrada.	36
Figura 2. Tiempos de fijación sobre la duración total.....	37
Figura 3 – Muestra de radiografías con patrón de movimiento ocular y calor.	38
Figura 4 – Radiografías con mapa de calor	39

ACRONIMOS

No. – Número

IMSS – Instituto Mexicano de Seguro Social.

IDE – Entorno de desarrollo integrado de Microsoft

CAG – Colecistitis Aguda Gangrenosa

IMC – Índice de masa corporal

OMS – Organización Mundial de la Salud.

Hz – Hertz

AGS – Aguascalientes

Kg/m² – Kilogramo / Metro al cuadrado (Unidad de medida).

Gaze Plots – Grafico movimientos oculares (plural).

Gaze Plot – Grafico de movimiento ocular (singular).

Picture Archiving Communication System – Sistema de Comunicación de archivos de imagen.

CCL – Colecistitis crónica litiásica aguda.

Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias.

RESUMEN

La colecistitis aguda representa una urgencia médica común cuyo diagnóstico puede complicarse en pacientes con obesidad mórbida, debido a las dificultades inherentes en la interpretación de las radiografías abdominales. Esta limitación diagnóstica motiva la búsqueda de herramientas tecnológicas que optimicen la precisión diagnóstico - clínica. El mapeo ocular, mediante el uso del sensor Tobii, permite analizar los patrones de atención visual durante la revisión de imágenes diagnósticas, lo cual puede mejorar la comprensión del proceso de interpretación radiológica. El objetivo de esta investigación fue analizar los patrones de fijación visual y las áreas de interés durante la revisión de radiografías abdominales de pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias, mediante el uso de un sensor Tobii, con el fin de identificar estrategias que optimicen el proceso diagnóstico.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo-prospectivo en el Hospital General de Zona No. 2, incluyendo la participación de 15 médicos (generales y urgenciólogos), quienes interpretaron 30 radiografías abdominales de pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida. Se utilizaron mapas de calor generados por el sensor Tobii para registrar las fijaciones oculares durante la visualización de cada imagen. Los resultados mostraron que el tiempo promedio de fijación visual correspondió al 7.5% del total de la grabación, con un rango entre 5.7% y 9.9%. Se observó un patrón visual relativamente homogéneo entre los participantes, sin diferencias significativas por sexo o especialidad. En radiografías con hallazgos positivos, las fijaciones se

concentraron en zonas anatómicas específicas; en ausencia de hallazgos, las fijaciones fueron más dispersas.

Se concluye que el uso del sensor Tobii permitió identificar patrones consistentes de búsqueda visual ante un escenario clínico complejo. La presencia de hallazgos patológicos generó un enfoque visual más dirigido, mientras que su ausencia promovió estrategias más exploratorias. Estos hallazgos preliminares respaldan el potencial del mapeo ocular como herramienta diagnóstica complementaria y formativa en el ámbito de Urgencias.

Palabras clave: Mapeo ocular; colecistitis aguda; radiografías; obesidad mórbida; urgencias.

Use of the Tobii Sensor for Eye-Tracking During the Review of Abdominal Radiographs in Patients with Acute Cholecystitis and Morbid Obesity in the Emergency Department.

ABSTRACT

Acute cholecystitis is a common medical emergency whose diagnosis may be challenging in patients with morbid obesity due to the inherent difficulties in interpreting abdominal radiographs. This diagnostic limitation highlights the need for technological tools that can improve clinical accuracy. Eye-tracking technology, using the Tobii sensor, enables the analysis of visual attention patterns during image interpretation and may enhance the understanding of radiological review processes.

The aim of this study was to analyze fixation patterns and areas of interest during the review of abdominal radiographs from patients with acute cholecystitis and morbid obesity in the Emergency Department, using a Tobii eye-tracking sensor to identify strategies that optimize diagnostic performance.

An observational, descriptive, retrospective-prospective study was conducted at the General Hospital of Zone No. 2, involving 15 physicians (general practitioners and emergency medicine specialists) who interpreted 30 abdominal radiographs from patients with a confirmed diagnosis of acute cholecystitis and morbid obesity. Heat maps generated by the Tobii sensor were used to record eye fixations during image observation.

Results showed that the average visual fixation time was 7.5% of the total recording, with a range between 5.7% and 9.9%. A relatively homogeneous visual behavior was observed among participants, with no significant differences by gender or medical

specialty. In radiographs with positive findings, fixations were concentrated in anatomically relevant areas; in contrast, radiographs without findings showed more scattered and less intense fixations.

In conclusion, the use of the Tobii sensor revealed consistent visual search patterns among physicians facing the complex clinical scenario of interpreting abdominal images in patients with morbid obesity. The presence of pathological findings prompted a more focused visual approach, whereas their absence led to more exploratory strategies. These preliminary findings support the potential of eye-tracking as both a diagnostic and educational tool in emergency medicine settings.

Keywords: Eye tracking; acute cholecystitis; X-Rays; morbid obesity; emergency medicine department.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN:

La colecistitis aguda constituye una de las principales causas de atención quirúrgica en los servicios de urgencias. Su diagnóstico puede ser difícil en pacientes con obesidad mórbida, debido a las limitaciones técnicas que presenta la interpretación de imágenes radiológicas en este grupo poblacional.(1)

El uso de tecnologías innovadoras, como el seguimiento ocular, ofrece nuevas oportunidades para optimizar el análisis de imágenes médicas con fines diagnósticos. El sensor Tobii permite registrar los patrones visuales de fijación durante la revisión radiográfica, proporcionando información objetiva sobre el proceso de atención diagnóstica por parte del personal médico. (2)

Aunque esta tecnología ha sido utilizada en entornos educativos y experimentales, se han documentado pocos estudios que evalúen su utilidad en contextos clínicos reales, particularmente en situaciones urgentes que implican pacientes con comorbilidades como la obesidad.(3,4)

El presente estudio tiene como propósito analizar los patrones de atención visual durante la interpretación de radiografías abdominales en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida, mediante el uso del sensor Tobii. El objetivo es identificar áreas de oportunidad para fortalecer la precisión diagnóstica. Este proyecto se encuentra alineado con las líneas de atención prioritaria del Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS), relacionadas con obesidad, enfermedades crónicas y mejora de procesos de atención en servicio de urgencias.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estrategias de Búsqueda de Información

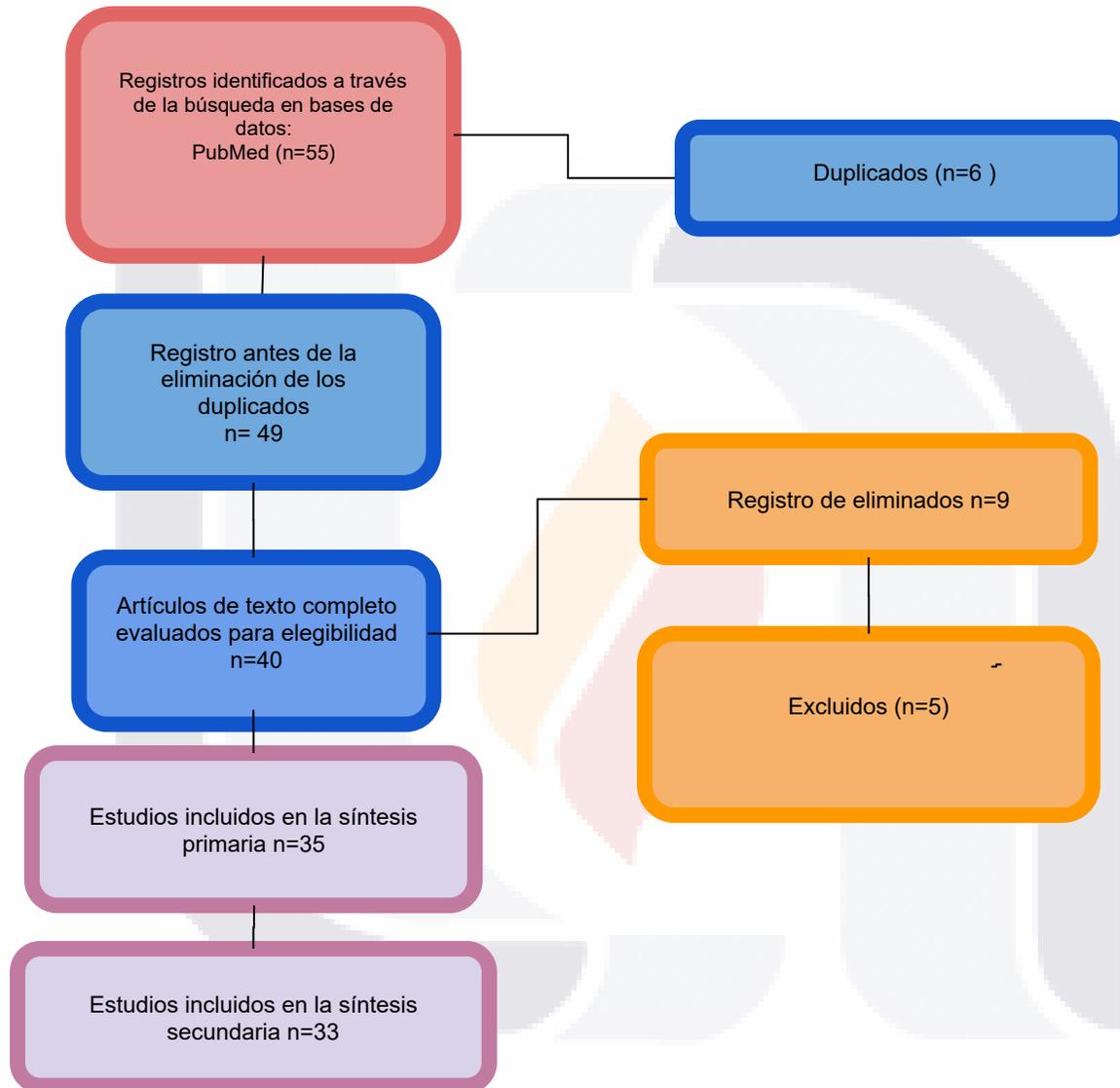


Figura 1. Diagrama de prisma

2.2 Antecedentes Científicos

El uso de tecnologías de seguimiento ocular, como el sensor Tobii, ha adquirido relevancia como una herramienta prometedora para la evaluación de la competencia profesional y la mejora de la educación médica en el campo de la radiología. La investigación previa ha demostrado que la interpretación de imágenes radiográficas por parte de los profesionales de la salud está influenciada por factores como la experiencia clínica y la familiaridad con patrones radiológicos específicos(1,3).

Aspectos críticos como la velocidad de interpretación, la precisión diagnóstica y la confianza en las decisiones pueden variar según el nivel de experiencia del profesional(4,5). Además, estudios anteriores han explorado la manera en que la tecnología de seguimiento ocular puede mejorar la educación médica al proporcionar retroalimentación en tiempo real sobre los patrones de fijación visual y las estrategias de interpretación^{6,7}(4,6). Estos mismos estudios han investigado el impacto de las herramientas educativas basadas en el mapeo ocular sobre el desarrollo de habilidades diagnósticas y el rendimiento en la interpretación de imágenes radiográficas(4). La evaluación del comportamiento de búsqueda visual durante la interpretación radiográfica también ha sido un área de interés creciente(4).

Estudios previos han examinado cómo los radiólogos exploran y analizan activamente las imágenes para la detección de anomalías y la realización de diagnósticos más precisos(5). El uso de las tecnologías de seguimiento ocular ha permitido una comprensión más profunda de los patrones de búsqueda visual y cómo estos pueden variar según el tipo de imagen radiográfica y la experiencia del radiólogo(4,7). Asimismo, se ha explorado el potencial de herramientas tecnológicas de asistencia, como la inclusión de fotografías de pacientes, en la interpretación de imágenes radiográficas. Estos estudios han investigado cómo la visualización de información adicional, como imágenes clínicas o fotografías, puede afectar la precisión diagnóstica y mejorar la detección de anomalías(8).

El sensor Tobii, que capta los movimientos del iris, permite su uso como un cursor en dispositivos electrónicos, posibilitando la selección de distintos menus dentro de una aplicación. Un ejemplo de ello es su implementación en la plataforma Visual Interactive, desarrollada en Visual Studio 4, un entorno de desarrollo integrado (IDE) de Microsoft que facilita la creación de interfaces gráficas interactivas y aplicaciones en diversos lenguajes de

programación(9). Esta interoperabilidad técnica evidencia el potencial del sensor Tobii para ser aplicado en escenarios clínicos, educativos y de investigación.

En el ámbito médico, modelos como el de búsqueda global-focal, el modelo holístico de percepción de imágenes y el modelo de detección en dos etapas, sugieren que los expertos realizan inicialmente un análisis global rápido de toda la escena visual para detectar desviaciones en el esquema de las estructuras anatómicas normales(4,10). Posteriormente, se ejecutan movimientos sacádicos hacia las regiones donde se identifica alguna discrodancia, para llevar a cabo una inspeccion foveal mas detallada(6).

De manera similar, varios estudios sugieren que los expertos médicos utilizan un campo visual amplio en las etapas iniciales del análisis de imágenes. Por ejemplo, los radiólogos y expertos en mamografía han obtenido resultados superiores a los esperados en la identificación de anomalías durante condiciones de visualización tipo flash, donde las imágenes se muestran durante apenas 200 milisegundos(7,10).

Este estudio tiene como objetivo describir cómo se ha aplicado la tecnología de seguimiento ocular en investigaciones sobre aprendizaje, y qué medidas de movimiento ocular han sido utilizadas en estudios previos que adoptan este enfoque(11).

La percepción visual humana se compone típicamente de tres partes: visión foveal, parafoveal y periférica. La fovea representa el área central de la retina; la parafovea rodea la fovea, y la periferia se encuentra fuera de esta región. La agudeza visual es mayor en la fovea, menor en la parafovea y aún mas reducida en la periferia. Para ver con claridad, las personas realizan movimientos oculares frecuentes, que permiten localizar los objetos de interés dentro de la región de mayor resolución visual (fovea)(12).

Los investigadores del movimiento ocular han identificado distintos tipos de desplazamientos: algunos, como los movimientos sacádicos y los seguimientos suaves, mantienen la fovea en un objetivo visual; otros, como la fijaciones, estabilizan el ojo durante el movimiento de la cabeza(13). Se ha demostrado que distintos lectores presentan diversas amplitudes perceptivas, lo que indica áreas variables de visión efectiva, y que no se adquiere nueva información durante los movimientos sacádicos(14).

2.3 Definición:

Diversos estudios han explorado el uso de tecnologías de seguimiento ocular, como el sensor Tobii, en la evaluación de procesos diagnósticos, particularmente en el ámbito de la radiología y en entornos clínicos como el área de urgencias. Estas investigaciones han demostrado que los patrones de fijación visual se encuentran vinculados a la experiencia médica y pueden influir en la precisión diagnóstica. Así mismo, se ha evidenciado la utilidad del mapeo ocular como una herramienta eficaz para el análisis, la comparación y la mejora de la interpretación de imágenes, especialmente en escenarios clínicos complejos, como la atención de pacientes con obesidad mórbida, en quienes la obtención y evaluación de estudios radiográficos representa un desafío adicional.

CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL Y CONCEPTUAL

3.1 Marco referencial

El método de seguimiento ocular se basa en las características previamente descritas acerca de los movimientos oculares, y el supuesto de "ojo-mente" propuesto por Just y Carpenter (1980)(15), el cual sostiene que los movimientos oculares proporcionan un rastro dinámico de la dirección de la atención. Aunque algunos estudios reportan resultados inconsistentes, existe consenso en que, durante tareas complejas de procesamiento de información - como la lectura -, los movimientos oculares están estrechamente vinculados con la atención visual(1).

Tradicionalmente, se ha empleado la técnica de entrevista con protocolo de pensamiento en voz alta para investigar procesos cognitivos durante el aprendizaje; sin embargo, esta metodología presenta limitaciones en cuanto a su validez(5). Por ello, se han propuesto enfoques alternativos provenientes de la psicología cognitiva, como el seguimiento ocular, que permite registrar en tiempo real los patrones visuales del usuario y revelar los procesos cognitivos subyacentes(6). Esta tecnología ha ganado popularidad entre educadores e investigadores debido a su capacidad para analizar estrategias de aprendizaje y comportamiento visual de forma no invasiva y con alta precisión(16).

Los dispositivos de seguimiento ocular, como el sensor Tobii, funcionan mediante luz infrarroja cercana y cámaras de alta velocidad que capturan los reflejos de la córnea y la pupila,

lo cual permite calcular con precisión la dirección de la mirada(4). Esta tecnología traduce la actividad ocular en datos cuantificables, abriendo paso a nuevas formas de interacción humano - computadora basada en la atención visual. Tobii Tech, división especializada de la compañía Tobii, ha liderado el desarrollo de estos sistemas y se reconoce como una de las principales empresas en tecnología de Eye-Tracking a nivel global(17).

El seguimiento ocular se ha posicionado como una herramienta clave en múltiples disciplinas, incluyendo la psicología, las neurociencias, la interacción humano-computadora y la accesibilidad tecnológica para personas con discapacidad. Su adopción se ha extendido también al ámbito clínico y educativo, donde se consolida como una tecnología útil tanto para la investigación como para su aplicación práctica en contextos reales(7).

3.2 Marco conceptual:

La colecistitis aguda se define como un proceso inflamatorio de inicio súbito que afecta a la vesícula biliar, generalmente secundario a la obstrucción del conducto cístico por un cálculo biliar(8)

Entre sus complicaciones mas graves se encuentra la colecistitis aguda gangrenosa (CAG), que cual representa una evolución crítica del cuadro clínico. Se estima que entre el 2% y el 20% de los pacientes con colecistitis aguda desarrollan CAG; sin embargo, en ciertos grupos esta incidencia puede alcanzar hasta el 29.6%(9). Esta complicación se ha asociado de forma significativa con factores como la edad avanzada, la presencia de enfermedades crónicas – como diabetes mellitus - , la obesidad y, en general, un mayor riesgo de mortalidad(9,10)

Desde el punto de vista clínico, los síntomas predominantes incluyen dolor abdominal localizado en el cuadrante superior derecho o en epigastrio, de carácter intenso, episódico y persistente, acompañado frecuentemente de náuseas, vómitos y sensibilidad localizada a la palpación(11).

Diversos estudios han identificado múltiples factores de riesgo asociados al desarrollo de colecistitis, entre los que destacan el sexo femenino, la edad avanzada y el índice de masa corporal elevado(12,13,18,19). Asimismo, se ha documentado que entre el 10% y el 20% de la población general presenta colelitiasis —presencia de cálculos en la vesícula biliar—, siendo los

hábitos dietéticos inadecuados un factor adicional que contribuye a su aparición y progresión (13,14,19,20).

La colecistitis aguda se asocia con morbilidad y mortalidad considerable, particularmente en pacientes inmunodeprimidos o de edad avanzada. El tratamiento de elección en estos casos es el procedimiento quirúrgico denominado colecistectomía laparoscópica (15,21). La evidencia clínica actual recomienda realizar esta intervención durante el mismo episodio clínico de colecistitis, preferiblemente dentro de los primeros 7 a 10 días del inicio del cuadro, con el objetivo de reducir la probabilidad de complicaciones severas como empiema vesicular, necrosis, colangitis o sepsis(22).

3.3 Índice de Masa Corporal, obesidad mórbida y su relación con colelitiasis y colecistitis aguda

La obesidad se reconoce ampliamente como un factor de riesgo determinante en el desarrollo de colelitiasis, condición que puede evolucionar a colecistitis aguda. Esta asociación se explica por alteraciones en la composición de la bilis, incremento en la saturación de colesterol y disminución de la motilidad vesicular, lo que facilita la formación de cálculos (1,23). Diversos estudios han documentado una correlación directa entre el aumento del índice de masa corporal (IMC) y la probabilidad de desarrollar litiasis biliar (13,19)

El IMC es un parámetro antropométrico estandarizado utilizado para clasificar el estado nutricional de una persona. Se calcula al dividir el pesocorporal (en kilogramos) entre la estatura (en metros) al cuadrado (kg/m^2). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el IMC se clasifica de la siguiente manera: peso normal ($18.5\text{--}24.9 \text{ kg}/\text{m}^2$), sobrepeso ($25\text{--}29.9 \text{ kg}/\text{m}^2$), obesidad clase I ($30\text{--}34.9 \text{ kg}/\text{m}^2$), obesidad clase II ($35\text{--}39.9 \text{ kg}/\text{m}^2$) y obesidad clase III u obesidad mórbida ($\geq 40 \text{ kg}/\text{m}^2$) (24).

La obesidad mórbida constituye una condición clínica de alta complejidad, asociada a múltiples comorbilidades, entre ellas la colelitiasis. En esta población, el riesgo de complicaciones biliares se incrementa de manera significativa debido a mecanismos fisiopatológicos como el vaciamiento vesicular deficiente y la producción de bilis litogénica (25). Además, la evidencia epidemiológica sugiere una correlación positiva entre el IMC y el riesgo relativo de presentar

cálculos biliares, especialmente en mujeres. Un estudio prospectivo mostró que el riesgo relativo ajustado por edad para colelitiasis fue de 1.7 en mujeres con sobrepeso leve, y se incremento hasta 6.0 en aquellas con obesidad severa, en comparación con mujeres con peso normal (15,21).

Desde la perspectiva quirúrgica, la obesidad mórbida representa un desafío técnico durante la colecistectomía laparoscópica. Este procedimiento, considerado el tratamiento de elección en la colecistitis aguda, suele presentar mayores complicaciones en pacientes con IMC elevado, incluyendo un aumento en el tiempo operatorio, mayor tasa de conversión a cirugía abierta y mayor morbilidad postoperatoria (15,21).

En el contexto mexicano, la prevalencia de obesidad ha aumentado de forma considerable en las últimas décadas, lo que ha contribuido al incremento de enfermedades hepatobiliares, como la colelitiasis. Estudios nacionales han demostrado una correlación significativa entre un IMC elevado y la formación de cálculos biliares, lo que resalta la importancia de considerar la obesidad como un factor de riesgo reelevante en la aparición de patologías biliares en la población mexicana (16,26).

3.4 Perfiles médicos y su influencia en la interpretación radiológica

La interpretación de estudios de imagen, como las radiografías abdominales, puede variar considerablemente según el nivel de formación y experiencia del profesional médico. En el contexto de la atención a pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida, esta variabilidad adquiere relevancia diagnóstica y operativa. Por ello, el presente estudio considera tres perfiles clínicos diferenciados:

1. **Médicos Generales:** Profesionales con formación médica básica, responsables de la atención primaria y primeros en enfrentar casos de urgencia. Si bien cuentan con conocimientos clínicos generales, su experiencia en el análisis radiográfico puede ser limitada, particularmente en escenarios complejos que involucran obesidad severa y patología abdominal(27).
2. **Médicos No urgenciólogos (de otras especialidades):** Este grupo incluye médicos sin formación directa en urgencias o diagnóstico por imagen, como médicos familiares,

anestesiólogos, internistas o cirujanos generales. Su nivel de competencia en la interpretación radiográfica depende de su área de práctica y experiencia individual, lo cual puede generar variabilidad en la identificación de hallazgos y en la toma de decisiones clínicas (2,28).

3. **Médicos Urgenciólogos:** Especialistas en medicina de urgencias, capacitados para el abordaje rápido y eficiente de cuadros clínicos agudos. Poseen habilidades específicas en la lectura de estudios de imagen simples, como radiografías, fundamentales para la toma de decisiones inmediatas. Su experticia se considera un estándar en la atención médica de urgencia (17,29).

La incorporación de estos perfiles en el presente estudio permitirá analizar las diferencias Interobservador en la detección de signos radiológicos clave, así como evaluar cómo la experiencia profesional influye en el uso del sensor Tobii durante el mapeo ocular en la interpretación radiográfica.

3.5 Principios y tecnología del sensor Tobii

El sensor de movimiento ocular Tobii (imagen 1) opera mediante tecnología de seguimiento ocular basada en cámaras infrarrojas y algoritmos avanzados. Este dispositivo capta en tiempo real la posición y el movimiento de los ojos, proporcionando datos precisos sobre los patrones visuales del usuario(30). El sistema se integra fácilmente con pantallas de distintos formatos —como monitores, tabletas y teléfonos móviles— permitiendo evaluar con alta resolución cómo, dónde y cuándo se dirige la atención visual (4,31).

Entre sus características técnicas, el sensor Tobii emplea frecuencias de muestreo que oscilan entre 60 Hz y 350 Hz, dependiendo del modelo, con una precisión de hasta 0.4 grados visuales. Esta capacidad permite el análisis con detalle las fijaciones visuales, los movimientos sacádicos y las trayectorias de exploración (32). Además, incorpora tecnología de interpolación que mejora la representación en tiempo real de los desplazamientos oculares, lo cual posibilita su análisis en un espacio bidimensional mediante herramientas gráficas intuitivas, como los mapas de calor y las trayectorias visuales (30).

La cámara infrarroja ajustable se adapta automáticamente a las condiciones de iluminación ambiental, lo que garantiza una adquisición de datos confiable en diversos entornos. El software de Tobii permite realizar análisis cuantitativos a través de visualizaciones animadas y el almacenamiento detallado de las sesiones (33,34). Así mismo, su compatibilidad con sistemas de grabación externos lo convierte en una herramienta versátil para estudios de comportamiento visual, aplicaciones médicas y formación en educación médica (7,35).



Imagen 1. Sensor Tobii. **Fuente:** Digital Trends. Tobii Eye Tracker 4C review [Internet]. Digital Trends; 2017 [citado 2025 Abr 3]. Disponible en: <https://www.digitaltrends.com/computing/tobii-eye-tracker-4c-review/>.

3.6 Justificación:

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el uso del sensor Tobii para el mapeo ocular durante la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida, en el servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 2 del IMSS, Aguascalientes. La interpretación de imágenes médicas constituye un proceso crítico para el diagnóstico oportuno, especialmente en contextos donde el ultrasonido o la tomografía no resultan viables debido al elevado índice de masa corporal (IMC) del paciente(36,37). En este sentido, optimizar la revisión radiográfica mediante herramientas tecnológicas como el mapeo ocular podría contribuir a mejorar la calidad diagnóstica y la seguridad del paciente.

Este estudio se enmarca dentro de las líneas prioritarias del Instituto Mexicano del Seguro Social, al abordar la **atención integral al paciente obeso** y la **innovación tecnológica en salud**, particularmente en el ámbito de la medicina de urgencias. La obesidad mórbida

representa un factor de riesgo significativo para enfermedades graves como la colecistitis aguda, lo que refuerza la necesidad de mejorar la precisión diagnóstica en un contexto de atención urgente.

El uso del sensor Tobii para el mapeo ocular en la revisión de radiografías abdominales se plantea como una estrategia innovadora que busca optimizar la interpretación de imágenes, reducir los tiempos de diagnóstico y mejorar la detección temprana de complicaciones en pacientes con obesidad.

3.7 Relevancia clínica e institucional

La obesidad mórbida ha sido reconocida como un factor de riesgo importante en el desarrollo de colelitiasis y colecistitis aguda (13,19). En estos pacientes, las alteraciones anatómicas y la distribución del tejido adiposo dificultan la visualización de estructuras intra - abdominales mediante técnicas convencionales de imagen (38). Ante la imposibilidad de realizar estudios como tomografía o ecografía, la radiografía simple de abdomen suele convertirse en el único recurso disponible en el entorno de urgencias(39)

Dada la heterogeneidad del personal médico que participa en la atención inicial — médicos generales y urgenciólogos con distintos niveles de experiencia en imagenología— resulta necesario analizar de forma objetiva cómo estos profesionales exploran visualmente las radiografías (40). El uso del sensor Tobii permitió identificar patrones de fijación visual, comparar diferencias en la estrategia diagnóstica y determinar áreas de oportunidad para la capacitación y estandarización del abordaje radiológico en pacientes con obesidad severa(17,29).

3.8 Aporte al conocimiento y vacío existente

No se han identificado estudios previos que apliquen tecnología de mapeo ocular en la interpretación de radiografías abdominales en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbidaE(17). Este trabajo representa un aporte original al conocimiento médico al:

- Determinar cómo la obesidad impacta los patrones de exploración visual durante la interpretación radiológica.

- Evaluar las diferencias en la estrategia diagnóstica entre médicos generales y urgenciólogos.
- Proponer herramientas de apoyo para la capacitación médica y la toma de decisiones clínicas en urgencias.

3.9 Aplicabilidad en el Servicio de Urgencias del HGZ No. 2

El estudio se desarrolló en el servicio de urgencias del HGZ No. 2 del IMSS, utilizando casos reales de pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida, en quienes no fue posible realizar estudios como ultrasonido o tomografía. Los participantes revisaron las radiografías de abdomen con el apoyo del sensor Tobii, con el objetivo de identificar patrones visuales comunes o divergentes que puedan ser utilizados como guía diagnóstica. Esta metodología tiene el potencial de facilitar la creación de algoritmos de búsqueda visual orientados a mejorar el rendimiento diagnóstico y reducir errores en escenarios clínicos complejos.

3.10 Finalidad del estudio

El propósito de esta investigación es generar conocimiento clínico aplicable con el objetivo de:

- Disminuir errores diagnósticos en pacientes con obesidad mórbida.
- Establecer estrategias de exploración visual más efectivas ante la limitación de recursos de imagen.
- Fortalecer los protocolos de atención en urgencias, especialmente en escenarios de alta carga asistencial.

3.11 Diseminación de resultados

Los hallazgos del estudio se difundirán a través de:

- Presentaciones en congresos nacionales e internacionales de medicina de urgencias, diagnóstico por imagen y tecnologías médicas.
- Publicaciones científicas indexadas.

- Reportes internos del IMSS, con posibilidad de integrarse en los protocolos institucionales.

3.12 Beneficiarios del estudio

1. **Médicos urgenciólogos y médicos generales en urgencias:** al contar con herramientas objetivas que mejoran la precisión diagnóstica, independientemente del nivel de experiencia.
2. Pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida: al beneficiarse de diagnósticos más rápidos y certeros.
3. **El IMSS:** al mejorar la eficiencia diagnóstica, reducir errores y optimizar el uso de recursos disponibles.

Capítulo 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 Definición del problema

La obesidad mórbida constituye una condición crónica en ascenso en la población mexicana, estrechamente relacionada con múltiples comorbilidades, entre ellas la colecistitis aguda (16,41). Esta última representa una urgencia quirúrgica que, si no se diagnostica y trata de manera oportuna, puede evolucionar hacia complicaciones como empiema, gangrena vesicular, perforación o sepsis (42).

En pacientes con obesidad mórbida, el abordaje diagnóstico se ve comprometido por las limitaciones técnicas que impone el exceso de tejido adiposo para realizar estudios de imagen como ultrasonido o tomografía computarizada (43). En este contexto, la radiografía simple de abdomen suele ser el único recurso diagnóstico accesible en los servicios de urgencias(44). No obstante, su interpretación depende en gran medida de la experiencia clínica del médico, lo cual representa un factor crítico de variabilidad diagnóstica(17,29).

En instituciones como el IMSS, particularmente en unidades con alta carga asistencial, tanto médicos generales como urgenciólogos participan en la valoración diagnóstica inicial, sin herramientas estandarizadas que guíen la interpretación radiológica en pacientes con obesidad

severa. Esta situación incrementa el riesgo de errores diagnósticos y retrasa el inicio del tratamiento adecuado(12,18)

4.2 Magnitud, frecuencia y distribución

México se sitúa entre los países con mayor prevalencia de obesidad a nivel mundial. Se estima que más del 36% de los adultos presentan obesidad, y entre el 2% y 6% cumplen criterios de obesidad mórbida ($IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$)(45). La colecistitis aguda afecta aproximadamente al 10-15% de las personas con colelitiasis, y es más frecuente en mujeres(36,46).

En el sistema de salud pública, los pacientes con estas condiciones acuden con frecuencia a los servicios de Urgencias. Las dificultades para realizar estudios diagnósticos adecuados en esta población generan un riesgo para la seguridad del paciente e incrementan la carga operativa del sistema(1).

4.3 Causas probables

El abordaje diagnóstico de la colecistitis aguda en pacientes con obesidad mórbida enfrenta diversas limitaciones clínicas, técnicas y operativas. Una de las principales barreras consiste en las restricciones para la realización de estudios de imagen avanzados, como la tomografía computarizada y el ultrasonido, cuya eficacia diagnóstica se ve comprometida por el exceso de tejido adiposo en estos pacientes(43,47).

Asimismo, la radiografía simple de abdomen, utilizada frecuentemente como estudio inicial en servicios de urgencias, presenta una sensibilidad diagnóstica reducida en esta población(11,44).

Otro factor determinante es la variabilidad en el nivel de experiencia del personal médico que interpreta las imágenes. Mientras que los urgenciólogos cuentan con formación específica en el diagnóstico en contextos agudos, los médicos generales pueden tener menor entrenamiento en imagenología, lo que incrementa la heterogeneidad diagnóstica (17,29).

Finalmente, se identifica la ausencia de herramientas objetivas y estandarizadas que apoyen en la interpretación radiológica en escenarios clínicos complejos. Esta carencia limita la

posibilidad de establecer criterios comunes entre observadores y eleva el riesgo de error diagnóstico (12,18).

4.4 Soluciones propuestas previamente

Diversas estrategias han sido implementadas para enfrentar estos desafíos. Entre ellas se incluyen la incorporación de tecnología avanzada en equipos de imagen, el fortalecimiento de la capacitación continua del personal médico en interpretación radiológica y el uso de dispositivos portátiles como tomógrafos o ecógrafos de alta resolución(16).

Sin embargo, estas soluciones presentan barreras logísticas y económicas significativas, especialmente en unidades hospitalarias con recursos limitados, lo que restringe su implementación a gran escala(24,48).

Ante este panorama, tecnologías emergentes como el seguimiento ocular se perfilan como herramientas innovadoras en el análisis de procesos diagnósticos. El uso del sensor Tobii, por ejemplo, permite registrar y analizar los patrones de fijación visual durante la interpretación de radiografías, identificando errores comunes, omisiones diagnósticas y diferencias según el nivel de experiencia clínica (49). Esta metodología podría contribuir significativamente a la estandarización de procesos diagnósticos, así como al diseño de estrategias de capacitación médica basadas en evidencia(45).

4.5 Preguntas sin respuesta

A pesar de los avances en imagenología y tecnologías digitales, *persisten interrogantes clave* que justifican la exploración de nuevas metodologías como el mapeo ocular en contextos clínicos reales. En particular, este estudio busca responder a las siguientes preguntas:

- *¿Existen patrones visuales consistentes* que faciliten la identificación de signos radiológicos sugestivos de colecistitis aguda en pacientes con obesidad mórbida mediante el uso del sensor Tobii?
- *¿Cuál es la diferencia en los patrones de exploración visual* entre médicos generales y urgenciólogos durante la revisión de radiografías abdominales en servicios de urgencias?

- *¿Puede el mapeo ocular constituir una herramienta diagnóstica auxiliar confiable, que mejore la precisión clínica en escenarios donde los recursos tecnológicos (como ultrasonido o tomografía) son limitados?*
- *¿Es viable implementar esta tecnología en instituciones de salud pública como el IMSS, considerando la carga asistencial y las condiciones operativas reales de sus unidades hospitalarias?*

4.6 **Pregunta de investigación:**

¿Cuáles son las características de fijación visual de los médicos de urgencias que utilizan el sensor Tobii en la evaluación de radiografías de pacientes obesos con colecistitis aguda?

Capítulo 5. OBJETIVOS

5.1 **Objetivo General:**

Determinar el patrón de fijación visual de los médicos del servicio de urgencias que utilizan el sensor Tobii en la evaluación de radiografías abdominales de pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida.

5.2 **Objetivos Específicos**

1. ***Caracterizar el perfil sociodemográfico de los participantes del estudio.***
Se recopilaron variables como edad, género, nivel académico y pertenencia al servicio de urgencias, con el fin de contextualizar los hallazgos visuales en función de la diversidad profesional.
2. ***Evaluar la viabilidad técnica del uso del sensor Tobii para la interpretación de radiografías en pacientes con obesidad mórbida y colecistitis aguda.***
La viabilidad fue valorada en términos de precisión, confiabilidad del registro ocular, facilidad de uso en el entorno clínico y calidad de los datos obtenidos.
3. ***Identificar las áreas de interés visual durante la evaluación de imágenes abdominales.***
Se analizaron los patrones de fijación visual, definidos como la secuencia y duración de

los puntos en los que se concentró la atención ocular, para determinar si existen zonas clave de interpretación según el nivel de experiencia médica.

4. Medir los tiempos de fijación visual registrados mediante el sensor Tobii durante la revisión de radiografías abdominales.

Se cuantificaron los tiempos de fijación ocular en regiones anatómicas específicas de las imágenes, con el objetivo de evaluar la eficiencia del proceso diagnóstico.

5.3 Viabilidad técnica del sensor Tobii

La **viabilidad técnica** se refiere a la capacidad de una herramienta para ser implementada de manera eficaz en un entorno clínico real. En el presente estudio, la viabilidad del sensor Tobii —dispositivo de seguimiento ocular por infrarrojo— fue evaluada mediante los siguientes criterios:

- **Funcionalidad:** Evaluación del correcto funcionamiento del dispositivo y su capacidad para registrar con precisión los movimientos oculares y fijaciones visuales durante la interpretación de imágenes diagnósticas(27).
- **Facilidad de uso:** Determinación del nivel de entrenamiento requerido, así como la facilidad de integración del sensor en la práctica clínica diaria por parte del personal médico(50).
- **Integración clínica:** Análisis de la adaptabilidad del sensor Tobii a los flujos de trabajo en servicios de urgencias, sin interferir con la dinámica asistencial ni con la toma de decisiones médicas(27).
- **Calidad del registro visual:** Valoración de la claridad, exactitud y utilidad de los datos generados por el dispositivo para su posterior análisis e interpretación científica(24,48).

Estos aspectos permitirán establecer si la tecnología de eye tracking puede ser implementarse como herramienta de apoyo diagnóstico en contextos clínicos complejos, particularmente en pacientes con *obesidad mórbida* donde el acceso a estudios de imagen más sofisticados es limitado(7,35)

Capítulo 6. HIPÓTESIS

Por tratarse de un estudio descriptivo no se plantea hipótesis.

Capítulo 7. METODOLOGIA

7.1 Diseño del estudio:

Se trató de un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo-prospectivo y transversal.

7.2 Población y muestra

Lugar de desarrollo del estudio: Servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 2 del IMSS, Aguascalientes, Ags.

Población de estudio: Médicos adscritos al servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 2 del IMSS, en cualquier turno, que participaron en la revisión de radiografías abdominales de pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida.

Muestreo: Se implementó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la naturaleza del entorno de urgencias y a las limitaciones logísticas para acceder a una muestra aleatoria.

Tamaño de muestra: No se requirió el cálculo formal del tamaño de la muestra, ya que se trató de un estudio exploratorio cuyo objetivo fue observar patrones generales de fijación ocular durante la revisión de radiografías con el sensor Tobii. Estudios de usabilidad y atención visual emplean entre 15 y 30 sujetos para identificar patrones iniciales(24,49). Así mismo, se seleccionaron entre 10 y 30 radiografías con el objetivo de evitar la fatiga visual en los médicos participantes (49)

7.3 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación:

7.3.1 Criterios de inclusión:

1. Médicos generales o urgenciólogos adscritos al servicio de urgencias del HGZ No. 2 del IMSS.
2. Experiencia mínima de un año en la atención de urgencias.
3. Experiencia previa en la evaluación de radiografías abdominales de pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida.

4. Firma de consentimiento informado para participar en el estudio.

Justificación: La experiencia mínima de un año se estableció como criterio para asegurar una familiaridad básica con la interpretación de radiografías y el manejo clínico en contextos de urgencias.

7.3.2 *Criterios de exclusión:*

1. Médicos sin experiencia previa en la interpretación de radiografías abdominales.
2. Especialistas no relacionados con medicina de urgencias ni con diagnóstico por imagen.
3. Presencia de condiciones visuales que pudieran interferir con el funcionamiento del sensor Tobii.
4. Situaciones de incapacidad o licencia médica que impidan la participación activa.

Justificación: Estos criterios permitieron garantizar que los participantes contaran con los conocimientos necesarios para interpretar adecuadamente las imágenes, minimizando sesgos y fortaleciendo la validez interna del estudio.

7.3.3 *Criterios de eliminación:*

1. Retiro voluntario del estudio en cualquier etapa.
2. Incumplimiento significativo del protocolo.
3. Cambio adscripción o puesto que impidiera la participación completa.
4. Evento adverso grave relacionado con la participación en el estudio.

7.4 **Procedimiento general del estudio**

1. El estudio se llevó a cabo en el Servicio de Urgencias del Hospital General de Zona No. 2 del IMSS, en Aguascalientes. Se seleccionaron 30 radiografías de abdomen de pacientes adultos con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida ($IMC \geq 40 \text{ kg/m}^2$), a partir del archivo clínico del hospital. En todos los casos, no fue posible realizar otro estudio de imagen por las condiciones del paciente.
2. Se integró una muestra de 15 médicos generales y urgenciólogos con al menos un año de experiencia. Cada participante fue citado en sesiones individuales para la revisión de

las radiografías seleccionadas. No se proporcionó el diagnóstico; únicamente se presentó el cuadro clínico.

3. Las sesiones se llevaron a cabo en un entorno controlado, libre de interrupciones, con iluminación adecuada y sin distractores visuales. Los participantes utilizaron el sensor Tobii para revisar las imágenes proyectadas, mientras el sistema registraba los patrones de fijación visual, tiempos de exploración, zonas de interés y trayectorias oculares.



Imagen 2. Tobii ProLab

4. El sistema Tobii fue calibrado individualmente antes de cada sesión, siguiendo el protocolo estandarizado contenido en el Manual Operacional. Se realizó una demostración del equipo en el software Tobii ProLab (Imagen 2) y se resolvieron dudas. Todas las sesiones fueron guiadas por el investigador principal.
5. Cada sesión tuvo una duración estimada de 20-30 minutos. No se estableció un tiempo mínimo para la revisión de imágenes. Las radiografías se presentaron en el mismo orden para todos los participantes, quienes pudieron observarlas libremente durante el tiempo que consideraran necesario.
6. Control técnico y condiciones de entorno:
 - Las sesiones se desarrollaron en un entorno clínico controlado, con iluminación neutra y sin distracciones.
 - Se verificó la conectividad y calibración del sensor antes de cada sesión (Anexo 3).
 - Tiempo Total de revisión por imagen.
 - Duración y número de fijaciones oculares.

- Zonas anatómicas de mayor atención (mapas de calor).
- Trayectorias de exploración ocular.
- Las interrupciones (ruido, fallas técnicas o movimientos inesperados) se registraron en una bitácora. Las sesiones interrumpidas fueron reiniciadas. Todas las sesiones fueron supervisadas por el investigador principal.

7.5 Recolección y sistematización de datos

1. Los datos fueron almacenados por el software Tobii, que genera reportes en tiempo real sobre fijaciones visuales, zonas de interés, tiempos y trayectorias. Esta información fue exportada en formatos compatibles con Excel y SPSS para su análisis estadístico.
2. Cada sesión fue codificada mediante un número identificador para garantizar el anonimato. No se grabaron imágenes personales ni se conservaron archivos audiovisuales.

7.6 Reproducibilidad y validez

3. Se utilizaron 30 radiografías previamente validadas y seleccionadas por dos médicos radiólogos, lo que garantizó la relevancia diagnóstica de las imágenes seleccionadas. El sensor Tobii cuenta con validez técnica documentada en estudios médicos y educativos.
4. La aplicación fue estandarizada mediante un protocolo único incluido en el Manual Operacional. Se utilizó el mismo equipo que fue utilizado en todas las sesiones para evitar sesgos por variabilidad técnica.

7.7 Control de calidad

5. Se implementó una revisión cruzada de los registros obtenidos. El correcto funcionamiento del equipo fue verificado antes de cada sesión. Todo el proceso fue supervisado por el investigador principal.
6. Todos los registros fueron respaldados digitalmente y protegidos con contraseña, conforme a las normas de confidencialidad institucional del IMSS.

I. Tabla de variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Clasificación</i>
Patrón de fijación visual	Forma en la que los ojos se detienen en puntos específicos dentro de una imagen durante la observación.	Número y ubicación de fijaciones registradas por el sensor Tobii durante la revisión de cada radiografía. Se mide en cantidad, duración y coordenadas espaciales.	Cuantitativa continua
Tiempo de fijación visual	Tiempo que los ojos permanecen enfocados en una zona específica de la imagen radiográfica.	Tiempo total (en milisegundos) que un médico permanece observando un área específica de interés por imagen, registrado por el software Tobii.	Cuantitativa continua
Viabilidad técnica del sensor	Grado en que el dispositivo Tobii puede ser utilizado efectivamente en el entorno clínico para evaluar patrones visuales.	Evaluación subjetiva del médico (escala Likert) sobre facilidad de uso, claridad de resultados, integración clínica y funcionamiento técnico del sensor.	Cualitativa ordinal
Tipo de médico	Clasificación profesional del médico según su formación: médico general o urgenciólogo.	Registro directo en ficha sociodemográfica. Se codificará como 1 = médico general, 2 = urgenciólogo.	Cualitativa nominal
Experiencia del médico	Tiempo que el médico ha trabajado en el área de urgencias, lo cual puede influir en su desempeño diagnóstico.	Años de servicio en el área de urgencias, auto reportados en el formulario de datos sociodemográficos.	Cuantitativa discreta
Edad del médico	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual del participante.	Edad en años cumplidos al momento de participar en el estudio.	Cuantitativa discreta

Género del médico	Condición biológica y/o identidad de género con la que se identifica el participante.	Reportado por el médico en el formulario sociodemográfico. Se codificará como 1 = masculino, 2 = femenino, 3 = otro.	Cualitativa nominal
IMC del paciente (radiografía)	Índice de Masa Corporal, indicador del nivel de obesidad.	Valor de IMC registrado en expediente clínico del paciente cuya radiografía será revisada. Solo se incluirán valores ≥ 40 kg/m ² .	Cuantitativa continua
Obesidad mórbida	Grado severo de obesidad que implica un IMC ≥ 40 kg/m ² y se asocia con alto riesgo de complicaciones.	Confirmación mediante expediente clínico de que el paciente presenta IMC ≥ 40 kg/m ² al momento del ingreso.	Cualitativa dicotómica
Obesidad	Condición médica caracterizada por un exceso de tejido adiposo.	IMC ≥ 30 kg/m ² registrado en expediente, sin clasificar como mórbida.	Cualitativa dicotómica
Colecistitis aguda	Inflamación aguda de la vesícula biliar, generalmente causada por obstrucción del conducto cístico.	Diagnóstico confirmado por reporte de patología tras intervención quirúrgica o clínica, documentado en expediente.	Cualitativa dicotómica
Tipo de radiografía	Clasificación del tipo de imagen tomada (ej. anteroposterior, postero-anterior).	Se registró el tipo de proyección con base en el archivo clínico.	Cualitativa nominal

7.8 Análisis de datos:

Para el análisis de los datos recolectados se utilizó estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central, utilizando el software estadístico SPSS versión 25.

Se analizaron los siguientes parámetros:

- **Duración de las fijaciones:** Se calcularon el promedio, la mediana y desviación estándar del tiempo que cada médico dedicó a observar diferentes áreas de la imagen.
- **Distribución de fijaciones:** Se identificó la concentración de fijaciones en las áreas clave como la región de la vesícula biliar.

Además, se generaron **mapas de calor** y “**Gaze Plots**” (gráficos de movimientos oculares) que permitieron visualizar la distribución espacial de las fijaciones en las radiografías, herramienta fundamental para el análisis exploratorio.

- **Mapas de calor:** Representaron visualmente las áreas de mayor atención visual durante la interpretación, facilitando la identificación de zonas comunes de interés.
- **Gaze plots:** Mostraron las trayectorias oculares de los participantes, permitiendo analizar los patrones de exploración visual sobre las imágenes.

7.9 Aspectos éticos:

Conforme a la **Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos** en materia de Investigación para la Salud y su reglamento (Artículo 17), este estudio se clasificó como una **investigación con riesgo mínimo**, al requerir únicamente pruebas visuales y entrevistas básicas, sin influir en el tratamiento o pronóstico clínico de los pacientes.

La investigación respetó los principios éticos establecidos en:

- La **Declaración de Helsinki** (última revisión: Brasil, 2013).
- Los **Principios de Belmont**
- Los lineamientos éticos del **IMSS** y de la institución sede.

Se garantizó la privacidad y confidencialidad de los participantes durante todo el proceso, mediante la anonimización de los datos y el resguardo controlado de la información. Cualquier dato identificable fue manejado con extrema precaución y solo se divulgó con consentimiento explícito o cuando fue requerido por la ley.

Los participantes firmaron un consentimiento informado, tras haber sido plenamente informados sobre los objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos mínimos del estudio. Esta decisión se tomó de manera libre y consciente.

Durante la sesión, el participante revisó una serie de radiografías de abdomen mientras se registró su movimiento ocular mediante el sensor Tobii, colocado en la base de la pantalla. La actividad tuvo una duración aproximada de 10 minutos.

Monitoreo y seguimiento: Aunque el riesgo fue mínimo, los investigadores monitorearon constantemente a los participantes para garantizar su seguridad y responder ante cualquier evento adverso.

- Se aseguró el respeto a la dignidad, los derechos humanos y el bienestar de los participantes.
- Los registros obtenidos fueron resguardados por el investigador principal durante cinco años. Posterior a este periodo, no se utilizarán para nuevas investigaciones.

7.10 Recursos materiales y Humanos:

7.10.1 Recursos materiales:

- Sensor Tobii de seguimiento ocular (propiedad del investigador principal), con licencia de software funcional.
- Computadora portátil compatible con el software y con capacidad de almacenamiento adecuada.
- Pantalla de alta resolución para visualización de las radiografías.
- Espacio físico dentro del hospital, adaptado para sesiones sin interrupciones ni distracciones.

7.10.2 Recursos humanos:

- Investigador principal.
- Personal técnico capacitado en el uso del sensor Tobii.
- Médicos urgenciólogos y médicos generales participantes.

7.10.3 Recursos documentales y clínicos:

- Expedientes clínicos electrónicos y archivo digital de radiografías de pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida.

7.11 Financiamiento:

Este estudio no requiere financiamiento externo. Se llevó a cabo con recursos institucionales disponibles y equipo propiedad del investigador principal. No se contempló inversión adicional para su ejecución.

7.12 Factibilidad:

La investigación fue factible desde el punto de vista logístico y operativo. Se contó con equipo técnico necesario, los recursos humanos adecuados y el respaldo institucional del hospital sede.

El volumen de pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida fue suficiente gracias a la revisión retrospectiva dentro del sistema PACS (Picture Archiving Communication System). La intervención prospectiva se enfocó en los médicos que observaron las radiografías.

Nota ética: No se identificaron conflictos de interés. El sensor Tobii utilizado fue propiedad personal del investigador principal.

7.13 Cronograma de actividades

Actividad	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Revisión bibliográfica	✓			
Elaboración de protocolo	✓			
Presentación del proyecto al comité de investigación	✓			
Aprobación por el comité de investigación		✓		
Revisión de radiografías y recolección de datos		✓	✓	
Análisis estadístico			✓	✓

Redacción de discusión y conclusiones				<input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------------------	--	--	--	-------------------------------------

Capítulo 8. RESULTADOS

Se analizaron un total de **30 radiografías de abdomen** correspondientes a pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis aguda y obesidad mórbida. El **peso promedio de los pacientes fue de 118.4 ± 14.2 kg**, con un rango de 95 a 142 kg, lo que correspondió a un **IMC promedio de 42.7 (mínimo 40 – máximo 48)**, confirmando el criterio de obesidad mórbida en todos los casos incluidos en el estudio

8.1 Distribución de población

Se incluyeron un total de 15 participantes en el estudio. Del total, **53.3%** correspondió al sexo femenino y **46.7%** al sexo masculino.

Entre las participantes mujeres:

- El **26.7%** correspondieron a médicas generales.
- El **26.7%** correspondieron a médicas urgenciólogas.

Entre los participantes hombres:

- El **26.7%** eran médicos generales.
- El **13.3%** eran urgenciólogos.
- El **6.6%** correspondió a otra especialidad distinta (Medicina Familiar). (Fig. 1)

En conjunto, los médicos generales (de ambos sexos) representaron el **53.4%** del total de la muestra, mientras que los urgenciólogos conformaron el **40%**, y las otras especialidades el **6.6%**.

Esta distribución permitió una representación equilibrada entre médicas generales y urgenciólogas en el grupo femenino, mientras que en el grupo masculino predominó la categoría de médicos generales. La especialidad clasificada como "otra" estuvo representada exclusivamente por un médico hombre con especialidad en medicina familiar.

La organización de los participantes por sexo y especialidad fue adecuada para mantener diversidad profesional dentro del estudio, permitiendo un análisis comparativo más amplio entre las diferentes categorías.

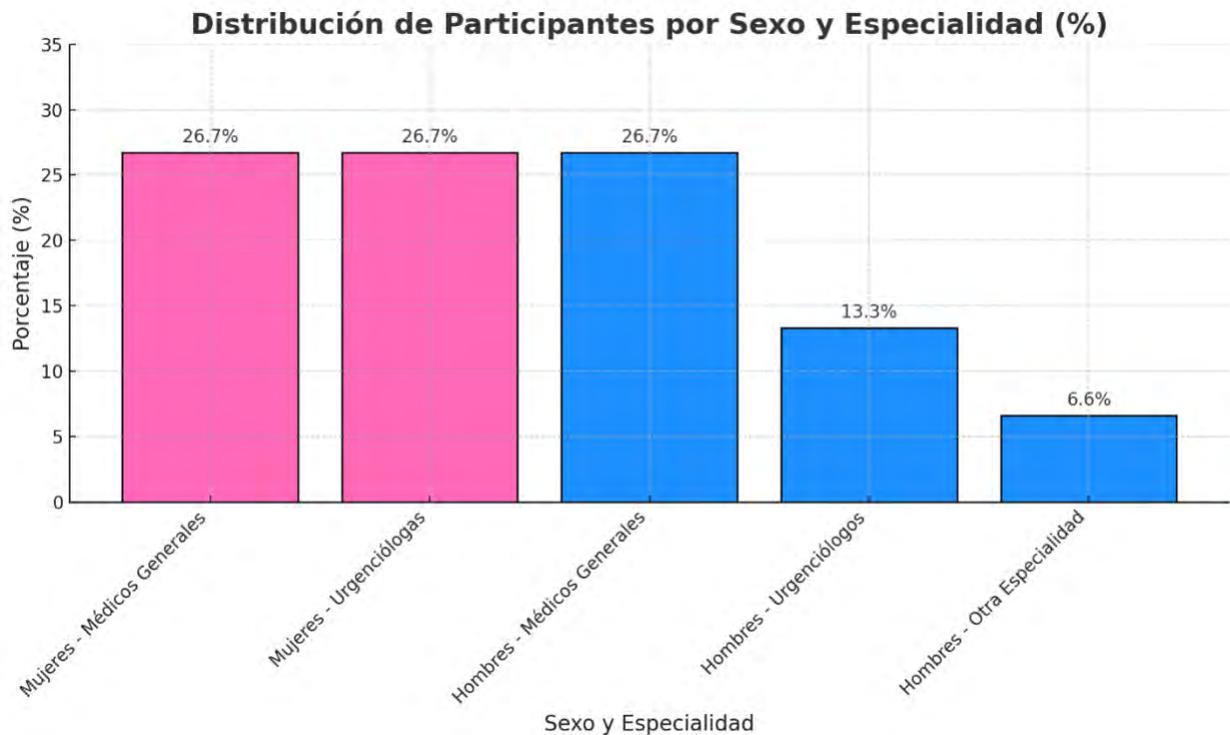


Figura 1. Distribución de participantes, donde se observa una distribución equilibrada.

8.2 Proporción Del Tiempo De Fijación Visual

Se analizó la proporción del tiempo de fijación visual respecto a la duración total de grabación en 15 participantes. Los resultados mostraron que la mayoría presentó tiempos de fijación relativamente bajo, con proporciones que oscilaron entre el **5.7%** y el **9.9%** del tiempo total registrado.

En particular, **Participante 6** y **Participante 9** presentaron las proporciones más elevadas de fijación visual, con valores cercanos al **9.9%** y **9.0%**, respectivamente. En contraste, el **Participante 3** y **Participante 11** registraron las proporciones más bajas, de aproximadamente **5.7%** y **5.8%**.

El promedio general del tiempo de fijación fue de aproximadamente **7.5%** respecto al total de grabación. Estos datos indican que los intervalos de atención visual sostenida representaron una fracción limitada del tiempo total de la observación, lo que sugiere que los eventos considerados de interés clínico fueron breves en relación con la duración total de las sesiones.

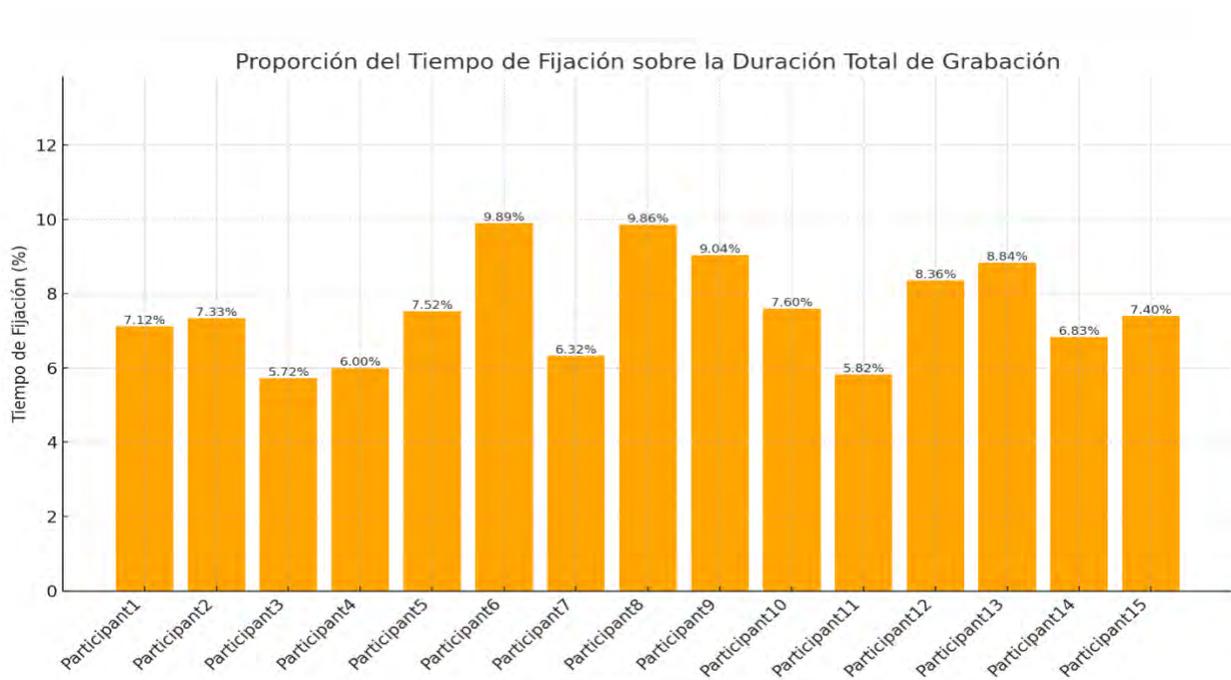


Figura 2. Tiempos de fijación sobre la duración total.

La distribución de los tiempos de fijación mostró cierta homogeneidad, aunque con variaciones individuales notables. Este hallazgo resalta la importancia de considerar las diferencias interindividuales en estudios sobre fijación visual o atención dirigida, aspecto que se abordará en el apartado de discusión.

8.3 Mapa de Calor

A continuación, se presentan tres radiografías de abdomen correspondientes a pacientes con diagnóstico confirmado de colecistitis litiasica aguda (CCL) por tomografía, junto con sus respectivos mapas de calor generados mediante el sensor Tobii.

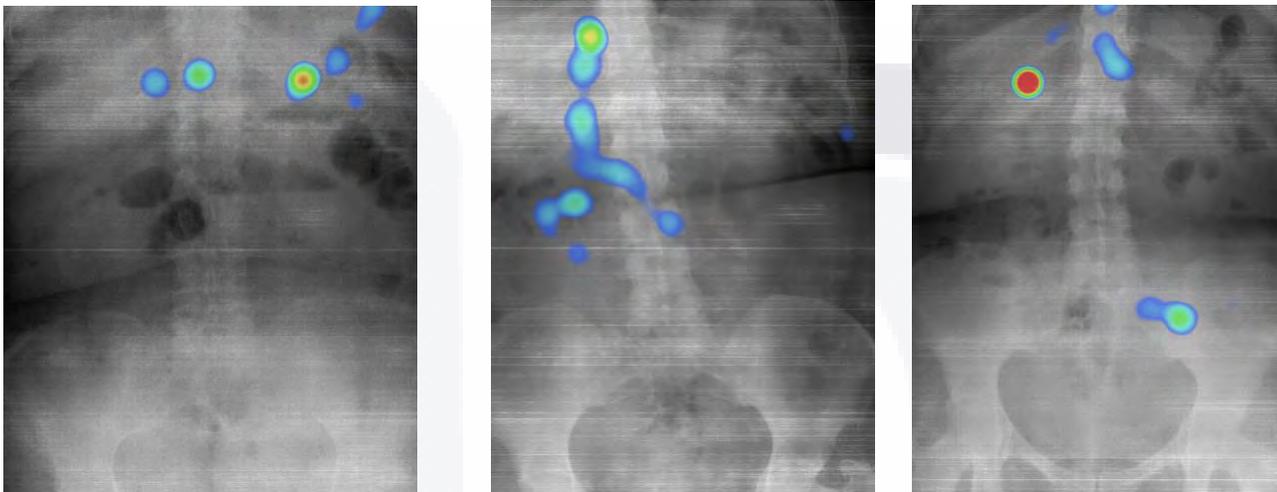


Figura 3 – Muestra de radiografías con patrón de movimiento ocular y calor.

El análisis de los mapas de calor mostrpo una concentración evidente de fijaciones visuales en zonas anatómicas compatibles con la región vesicular y el trayecto biliar. Se observó un patrón común de exploración ascendente, con mayor densidad de atención - indicada por puntos en color rojo o verde - en regiones superiores del abdomen derecho. Este hallazgo sugiere una orientación diagnóstica dirigida por parte de los observadores hacia estructuras asociadas con patología biliar.

Asimismo, se identificaron áreas de fijación secundaria distribuidas en sentido longitudinal, paralelas a la línea media. Este patrón sugiere una búsqueda estructurada, probablemente guiada por el conocimiento anatómico previo. La concentración visual en regiones específicas contrastó con la dispersión observada en estudios sin hallazgos patológicos relevantes, lo que refuerza la hipótesis de que la presencia de patología activa genera un enfoque visual más dirigido, específico y eficiente.

Posteriormente, se analizaron radiografías representativas de pacientes sin CCL (Colecistitis crónica litiásica aguda), junto con sus respectivos mapas de calor.

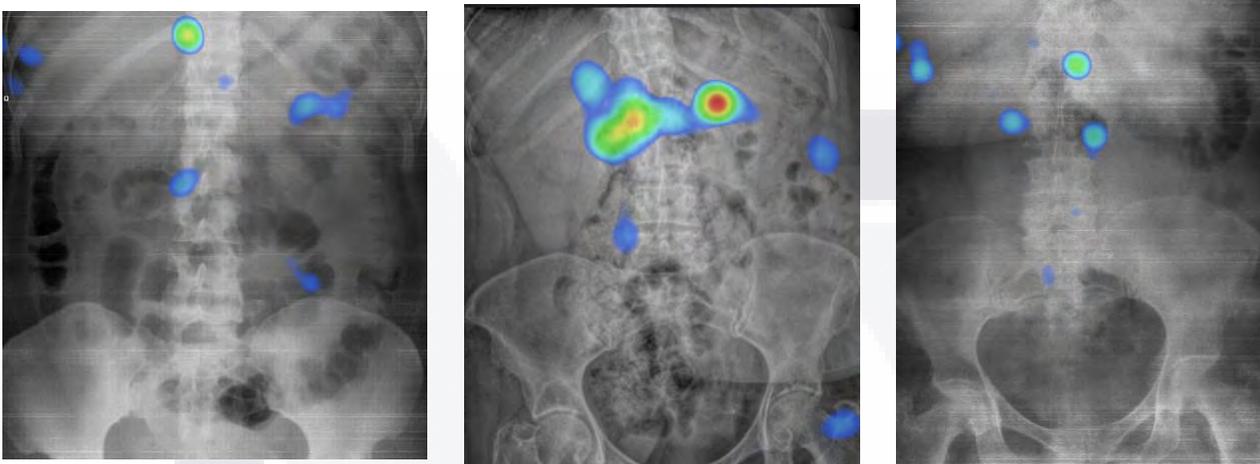


Figura 4 – Radiografías con mapa de calor

En estos casos, los mapas de calor evidenciaron una distribución más dispersa y de menor intensidad, con predominancia de puntos azules. No se identificaron zonas de atención sostenida ni patrones consistentes entre los participantes. La ausencia de hallazgos patológicos relevantes pareció asociarse con una estrategia de exploración visual más generalizada, posiblemente sistemática, pero sin una dirección diagnóstica específica.

Esta diferencia observada entre ambos grupos sugiere que la presencia de patología radiológica influye significativamente en el comportamiento visual del observador, guiando la atención de forma más focalizada. Por el contrario, en ausencia de hallazgos relevantes, la exploración tiende a ser más amplia y difusa. Estos resultados respaldan el valor del análisis de fijación visual como herramienta útil para evaluar la eficiencia diagnóstica, el entrenamiento clínico y la influencia de la carga patológica sobre la atención visual del médico observador ⁵⁹.

Capítulo 9. DISCUSIONES

El presente estudio, al contar con una distribución equitativa entre las especialidades médicas y sexos, permitió realizar una comparación adecuada de los patrones de atención visual entre los diferentes perfiles profesionales.

Los resultados mostraron que el tiempo de fijación promedio fue de aproximadamente **7.5%** del total de la grabación, con variaciones individuales entre **5.7%** y **9.9%**. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que señalan que, durante tareas de interpretación médica, la mayor parte de la información diagnóstica se obtiene de los primeros segundos de observación (51). De hecho, Kundel y Nodine demostraron que la fijación ocular inicial concentra la información crítica necesaria para la toma de decisiones clínicas(51), lo cual coincide con el comportamiento observado en este estudio.

La distribución relativamente homogénea del tiempo de fijación sugiere que, independientemente del sexo o la especialidad médica, los participantes compartieron estrategias visuales similares al identificar hallazgos relevantes. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Brunyé et al., quienes documentaron que los patrones de exploración son semejantes entre observadores con diferente formación, aunque la eficiencia depende del grado de especialización. (17).

En particular, los urgenciólogos mostraron un tiempo de fijación ligeramente menor pero más eficiente que los médicos generales. Este hallazgo se asemeja a lo reportado por Brunyé y colaboradores (17), quienes evidenciaron que los médicos con mayor experiencia clínica desarrollan estrategias visuales más dirigidas y menos dispersas, optimizando la identificación de hallazgos relevantes.

El hecho de que no se observaran diferencias significativas entre hombres y mujeres también coincide con lo reportado en revisiones sistemáticas de tecnologías de seguimiento ocular, donde la variabilidad interobservador se relaciona más con la experiencia profesional que con las características sociodemográficas (51)

Por otra parte, en radiografías con hallazgos patológicos se observó una concentración de fijaciones en zonas anatómicas específicas, mientras que en ausencia de hallazgos, las fijaciones fueron más dispersas. Este patrón concuerda con lo descrito por Seo et al., quienes encontraron

que en pacientes con obesidad, la interpretación radiográfica tiende a ser más amplia y menos dirigida, dificultando la identificación temprana de alteraciones(43).

Finalmente, la utilización del sensor Tobii en este contexto demostró ser factible y útil para describir patrones de atención visual, lo que coincide con revisiones recientes que señalan el potencial del mapeo ocular como herramienta diagnóstica y educativa en la practica medica y radiologica(45,51).

Capítulo 10. CONCLUSIÓN

En conjunto, los resultados sugieren que la fijación visual durante la interpretación de imágenes clínicas presenta un comportamiento relativamente homogéneo entre los médicos participantes, independientemente de su sexo o especialidad. Se observó que tanto médicos generales como urgenciólogos adoptaron estrategias de búsqueda visual similares, lo que destaca la posible influencia del entrenamiento clínico general en el desarrollo de habilidades efectivas de exploración radiológica.

Es importante señalar que la población evaluada incluyó exclusivamente pacientes con obesidad mórbida, condición que representa un desafío diagnóstico adicional debido a la menor definición anatómica en las radiografías. A pesar de esta dificultad, los participantes lograron mantener un patrón visual eficiente, lo que refuerza la utilidad del análisis de fijación ocular como herramienta para evaluar competencias diagnósticas en esenarios clínicos complejos.

En los mapas de calor correspondientes a casos con colelitiasis crónica litiásica aguda (CCL), se identificó una mayor concentración de fijaciones visuales en áreas anatómicamente relevantes, especialmente en el cuadrante superior derecho del abdomen, lo que sugiere un reconocimiento focalizado de hallazgos patológicos. En contraste, en los casos sin CCL, los mapas mostraron una distribución más dispersa y de menor intensidad, sin un patrón de exploración consistente, lo cual iindica un abordaje visual más exploratorio ante la ausencia de signos evidentes.

Estos hallazgos, aunque preliminares, ofrecen evidencia del valor del mapeo ocular en el estudio de los procesos atencionales implicados en la interpretación de imágenes médicas en

pacientes con obesidad mórbida. Asimismo, abren la posibilidad para el desarrollo de investigaciones futuras con muestras más amplias y diseños controlados, que permitan validar estos resultados obtenidos y profundizar en la comprensión del comportamiento visual clínico en poblaciones de difícil abordaje radiológico.

Capítulo 11. GLOSARIO

1. **Colecistitis Aguda**

Inflamación súbita de la vesícula biliar, generalmente causada por la obstrucción del conducto cístico debido a un cálculo biliar. Se manifiesta con un dolor en el cuadrante superior derecho de abdomen, náuseas y fiebre, y constituye una urgencia quirúrgica(52)

2. **Obesidad Mórbida**

Condición médica caracterizada por un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a 40 kg/m², según la Organización Mundial de la Salud. Esta asociada con múltiples comorbilidades y complica la obtención e interpretación de estudios de imagen convencionales(30,53)

3. **Índice de masa corporal (IMC)**

Medida antropométrica utilizada para clasificar el estado nutricional. Se calcula dividiendo el peso corporal en kilogramos entre la estatura en metros al cuadrado (kg/m²)(54).

4. **Radiología simple de abdomen**

Estudio radiológico convencional utilizado para visualizar estructuras abdominales. En el contexto de obesidad mórbida representa una herramienta diagnóstica de primera línea cuando el ultrasonido o la tomografía no son viables.

5. **Sensor Tobii**

Dispositivo tecnológico de seguimiento ocular que utiliza cámaras infrarrojas para registrar movimientos oculares en tiempo real. Permite analizar la fijación visual, trayectorias de observación y zonas de interés durante la revisión de imágenes médicas. (55)

6. **Fijación visual**

Momento en que la mirada se detiene en un punto específico. En la interpretación de imágenes, indica atención sostenida en una región anatómica de interés.

7. **Mapeo Ocular**

Registro y análisis de los movimientos oculares mediante tecnologías de eye – tracking. Se emplea para identificar patrones de atención visual y estrategias de búsqueda en actividades como la lectura o la revisión de radiografías.

8. **Mapas de Calor (heatmaps)**

Representación visual de la intensidad y localización de las fijaciones oculares. Utiliza escalas de color (azul a rojo) para indicar la frecuencia y duración de la atención visual en áreas específicas de una imagen.

9. **Gaze Plots (trayectorias visuales)**

Diagramas que muestran la secuencia y dirección del movimiento ocular durante la exploración de una imagen. Reflejan el orden y duración de las fijaciones, así como las rutas de exploración.

10. **Urgenciólogo**

Médico especialista en la atención de urgencias, entrenado para realizar diagnósticos y tratamientos rápidos en escenarios clínicos críticos. Posee habilidades específicas en interpretación de estudios de imagen en situaciones de emergencia.

11. **Médico general**

Profesional con formación médica básica que realiza atención primaria. En servicios de urgencias, participa en la evaluación inicial de pacientes, aunque con menos entrenamiento especializado en imagenología.

12. **Variabilidad Inter observador**

Diferencias entre los observadores al interpretar un mismo estudio o fenómeno. En este caso, se refiere a las diferencias en patrones de fijación visual y estrategia diagnóstica entre médicos con distinta experiencia.

13. **Eye – tracking (seguimiento ocular)**

Técnica que permite registrar y analizar los movimientos de los ojos para estudiar la atención, percepción visual y toma de decisiones. Se ha aplicado en áreas como la medicina, la educación y la neurociencia.

14. **SPSS**

Software estadístico utilizado para el análisis de datos en ciencias sociales y biomédicas. En este estudio, permitió procesar las variables cuantitativas derivadas del seguimiento ocular.

15. **Colelitiasis**

Presencia de cálculos en la vesícula biliar. Es un factor etiológico principal de la colecistitis aguda y su incidencia se asocia fuertemente con obesidad, edad avanzada y dieta rica en grasas.(37)

Capítulo 12. REFERENCIAS

1. Lee HS and Min SK HK and H. The association between body mass index and the severity of cholecystitis. *Am J Surg.* 2009;197:455–8.
2. Itri JN, Tappouni RR, McEachern RO, Pesch AJ, Patel SH. Fundamentals of diagnostic error in imaging. *Radiographics.* 2018;38:1846–65.
3. Housholder A, Reaban J, Peregrino A, Votta G, Khan MT. Evaluating Accuracy of the Tobii Eye Tracker 5. Augustana College, Rock Island, IL; 2020.
4. Housholder A, Reaban J, Peregrino A, Votta G, Mohd TK. Evaluating Accuracy of the Tobii Eye Tracker 5. En: *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2022. p. 379–90.
5. LeCompte MD, Preissle J. *Ethnography and Qualitative Design in Educational Research*. San Diego: Academic Press; 1993.
6. Lai ML, Tsai MJ, Yang FY, Hsu CY, Liu TC, Lee SWY, et al. A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. Vol. 10, *Educational Research Review*. 2013. p. 90–115.
7. Arthur E, Sun Z. *The Application of Eye-Tracking Technology in the Assessment of Radiology Practices: A Systematic Review*. Vol. 12, *Applied Sciences (Switzerland)*. MDPI; 2022.
8. Jones MW, Kashyap S, Ferguson T. Gallbladder Imaging [Internet]. StatPearls. StatPearls Publishing.; 2024 [citado el 19 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470366/>
9. Córdova-Velázquez CA, Arenas-Osuna J, Jiménez Robles SB, González Méndez O, Rodríguez Espino EJ. Factores de riesgo asociados a colecistitis aguda gangrenosa. *Acta Gastroenterol Latinoam.* 2024;54(2):147–52.
10. Chen B, Yo CH, Patel R, Liu B, Su KY, Hsu WT, et al. Morbid obesity but not obesity is associated with increased mortality in patients undergoing endoscopic retrograde cholangiopancreatography: A national cohort study. *United European Gastroenterol J.* el 1 de junio de 2021;9(5):561–70.
11. García García P, del Campo del Val L, Salmerón Béliz I. Análisis de la radiografía simple de abdomen en la urgencia de un hospital de tercer nivel: uso, utilidad, interpretación, protección radiológica y costes. *Radiologia.* 2024;66(4):307–13.

12. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud Pública Méx.* 2023;65:S238–47.
13. Maclure KM, Hayes KC, Colditz GA, Stampfer MJ, Speizer FE, Willett WC. Weight, diet, and the risk of symptomatic gallstones in middle-aged women. *N Engl J Med.* 1989;321:563–9.
14. Coyne MJ, Schoenfield LJ. Gallstone disease. *Postgrad Med.* 1975;57(1):153–9.
15. Angrisani L, Lorenzo M, De Palma G, Sivero L, Catanzano C, Tesauro B. Laparoscopic cholecystectomy in obese patients compared with nonobese patients. *Surg Laparosc Endosc.* 1995;5:197–201.
16. Méndez-Sánchez N, Chávez-Tapia NC, Uribe M. *Obesidad y litiasis.* Vol. 140. 2004.
17. Brunyé TT, Drew T, Weaver DL, Elmore JG. A review of eye tracking for understanding and improving diagnostic interpretation. Vol. 4, *Cognitive Research: Principles and Implications.* Springer; 2019.
18. Campos-Nonato I, Galván-Valencia Ó, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Barquera S. Prevalencia de obesidad y factores de riesgo asociados en adultos mexicanos: resultados de la Ensanut 2022. *Salud Publica Mex.* 2023;65:s238–47.
19. Maclure KM, Hayes KC, Colditz GA, Stampfer MJ, Speizer FE, Willett WC. Weight, diet, and the risk of symptomatic gallstones in middle-aged women. *New England Journal of Medicine.* 1989;321:563–9.
20. Coyne MJ, Schoenfield LJ. Gallstone disease. *Postgrad Med.* 1975;57(1):153–9.
21. Angrisani L, Lorenzo M, De Palma G, Sivero L, Catanzano C, Tesauro B. Laparoscopic cholecystectomy in obese patients compared with nonobese patients. *Surg Laparosc Endosc.* 1995;5:197–201.
22. Littlefield A, Lenahan C. Cholelithiasis: Presentation and Management. Vol. 64, *Journal of Midwifery and Women’s Health.* John Wiley and Sons Inc.; 2019. p. 289–97.
23. Lee HS and Min SK HK and H. The association between body mass index and the severity of cholecystitis. *Am J Surg.* 2009;197:455–8.
24. Szulewski A, Braund H, Egan R, Hall AK, Dagnone JD, Gegenfurtner A, et al. Through the Learner’s Lens: Eye-Tracking Augmented Debriefing in Medical Simulation. *J Grad Med Educ.* el 1 de junio de 2018;10(3):340–1.

25. Preis SR, Massaro JM, Robins SJ, Hoffmann U, Vasan RS, Irlbeck T, et al. Abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue and insulin resistance in the framingham heart study. *Obesity*. noviembre de 2010;18(11):2191–8.
26. Méndez-Sánchez N, Chávez-Tapia NC, Uribe M. Obesidad y litiasis. *Rev Gastroenterol Mex*. 2004;69(2):65–72.
27. Holmqvist K, Nyström M, Andersson R, Dewhurst R, Jarodzka H, van de Weijer J. *Eye Tracking: A Comprehensive Guide to Methods and Measures*. Oxford University Press. 2011;
28. Itri JN, Tappouni RR, McEachern RO, Pesch AJ, Patel SH. Fundamentals of diagnostic error in imaging. *Radiographics*. 2018;38(6):1846–65.
29. Brunyé TT, Drew T, Weaver DL, Elmore JG. A review of eye tracking for understanding and improving diagnostic interpretation. *Cogn Res Princ Implic*. 2019;4(1):7.
30. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. World Health Organization; 2000. 253 p.
31. Housholder A, Reaban J, Peregrino A, Votta G, Mohd TK. Evaluating Accuracy of the Tobii Eye Tracker 5. En: *Lecture Notes in Computer Science*. 2022. p. 379–90.
32. Weigle C, Banks D. Analysis of eye-tracking experiments performed on a Tobii T60. En 2008.
33. Tall M, Alapetite A, San Agustin J, Skovsgaard HH, Hansen JP, Hansen DW, et al. Gaze-controlled driving. En: *CHI EA '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. ACM; 2009. p. 4387–92.
34. Tall M, Alapetite A, San Agustin J, Skovsgaard HH, Hansen JP, Hansen DW, et al. Gaze-controlled driving. En: *CHI '09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. 2009. p. 4387–92.
35. Arthur E, Sun Z. The Application of Eye-Tracking Technology in the Assessment of Radiology Practices: A Systematic Review. *Applied Sciences*. 2022;12(16):8267.
36. Makutonin M, Newton S, Tse J, Moghtaderi A, Ma Y, Meltzer AC. Patients with complicated gallstone disease in the emergency department: clinical impact and cost-effectiveness of emergency department disposition decision. *JACEP Open*. el 1 de octubre de 2022;3(5).
37. Jameson JLarry. Harrison. *Principios de Medicina Interna*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.s; 2018.

38. Alqahtani SJM, Welbourn R, Meakin JR, Palfrey RM, Rimes SJ, Thomson K, et al. Increased radiation dose and projected radiation-related lifetime cancer risk in patients with obesity due to projection radiography. *Journal of Radiological Protection*. el 1 de marzo de 2019;39(1):38–53.
39. Artigas Martín JM, Martí de Gracia M, Rodríguez Torres C, Marquina Martínez D, Parrilla Herranz P. Radiografía del abdomen en Urgencias. ¿Una exploración para el recuerdo? *Radiología*. septiembre de 2015;57(5):380–90.
40. Kelly BS, Rainford LA, Darcy SP, Kavanagh EC, Toomey RJ. The development of expertise in radiology: In chest radiograph interpretation, “expert” search pattern may predate “expert” levels of diagnostic accuracy for pneumothorax identification. *Radiology*. el 1 de julio de 2016;280(1):252–60.
41. Méndez-Sánchez N, Chávez-Tapia NC, Uribe M. Obesidad y litiasis. *Rev Gastroenterol Mex*. 2004;69(2):95–101.
42. Reyna Villasmil E, Torres Cepeda D, Rondon Tapia M. Peritonitis aguda secundaria a cistitis gangrenosa posparto. *Rev Peru Ginecol Obstet [Internet]*. 2021;67(2). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2304-51322021000200012&lng=es
43. Seo G, Robinson J, Punch A, Jimenez Y, Lewis S. Understanding radiographic decision-making when imaging obese patients: A Think-Aloud study. *J Med Radiat Sci*. el 1 de marzo de 2022;69(1):13–23.
44. García García P, del Campo del Val L, Salmerón Béliz I, Paz Calzada E, Alonso Rodríguez C, García Castañón P, et al. Análisis de la radiografía simple de abdomen en la urgencia de un hospital de tercer nivel: uso, utilidad, interpretación, protección radiológica y costes. *Radiología [Internet]*. 2024;66(4):307–13. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-radiologia-119-articulo-analisis-radiografia-simple-abdomen-urgencia-S003383382300019X>
45. Brunyé TT, Carbone E, Witherell K, Cheesman R, Taylor HA. Eye tracking reveals expertise-related differences in medical image interpretation. *J Cogn Eng Decis Mak*. 2014;8(3):280–98.
46. Makutonin M, Newton S, Tse J. Patients with complicated gallstone disease in the emergency department: Clinical impact and cost-effectiveness of emergency department disposition decision. *JACEP Open*. 2022;3(5):e12795–e12795.
47. Seo G, Robinson J, Punch A, Jimenez Y, Lewis S. Understanding radiographic decision-making when imaging obese patients: A Think-Aloud study. *J Med Radiat Sci*. 2022;69(1):13–23.

48. Szulewski A, Braund H. Through the Learner's Lens: Eye-Tracking Augmented Debriefing in Medical Simulation. *J Grad Med Educ.* 2018;10(3):340–1.
49. Szulewski A, Howes D, van Merriënboer JJG, Sweller J. Cognitive Load Theory: Basic Principles and Instructional Implications for Medical Education. *Med Teach.* 2021;43(5):502–10.
50. Andersson K. R; H. Eye tracking studies in medical image perception: A literature review. *Med Image Anal.* 2012;16(5):1010–20.
51. Kundel HI, Nodine CF. Interpreting chest radiographs without visual search. *Radiology.* 1975;116(3):527–32.
52. Townsend CM. Sabiston. Tratado de cirugía : Fundamentos biológicos de la práctica quirúrgica moderna. Elsevier; 2022.
53. Organization WH. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Vol. 894, WHO Technical Report Series. Geneva: World Health Organization; 2000.
54. Obesity : preventing and managing the global epidemic : report of a WHO consultation. World Health Organization; 2000. 253 p.
55. Tobii Tech. <https://www.tobii.com> [Accedido el 3 de abril de 2025]. 2022. Eye tracking technology overview.

ANEXOS

Anexo A Carta de consentimiento informado

 <p>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL</p>				
 <p>Carta de consentimiento informado para participación en protocolos de investigación en salud (adultos)</p>				
Aguascalientes, Ags. a _____ de _____ Lugar y fecha				
No. de registro institucional: _____ Título del protocolo: _____ Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias Justificación: Este estudio busca identificar patrones visuales que puedan contribuir a mejorar la precisión diagnóstica en casos de colecistitis aguda en pacientes con obesidad mórbida. Objetivo: Analizar los patrones de atención visual y las áreas de interés durante la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias, utilizando un sensor Tobii para mapeo ocular, con el fin de identificar estrategias de optimización diagnóstica y mejorar la precisión en la evaluación clínica. Procedimientos y duración de la investigación: Si acepta participar, se le solicitará que revise una serie de radiografías de abdomen de pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida mientras se registra su movimiento ocular con el sensor Tobii que estará empotrado en la pantalla de la computadora. Esta actividad tendrá una duración aproximada de 10 minutos. No se realizará ninguna intervención directa sobre usted, y su desempeño será anonimizado. Riesgos y molestias: Reacción a la luz o fijación de la mirada en personas sensibles a la luz. Beneficios que recibirá al participar en la investigación: El principal beneficio es contribuir al desarrollo de mejores estrategias de formación y diagnóstico para urólogos. Al finalizar el examen se le informará las zonas de la radiografía en las que tomo mayor atención. Información sobre resultados y alternativas de tratamiento: Al concluir el estudio completo y presentarse la tesis del investigador se valorará el impacto potencial según los resultados obtenidos. Participación o retiro: Totalmente a libre albedrío y en cualquier momento de la investigación, ya sea previo, al examen e incluso al estar realizando y posteriormente. Privacidad y confidencialidad: Los datos personales del participante serán resguardados únicamente para fines de la investigación y no serán publicados. En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con la investigación podrá dirigirse a: Investigador Responsable: Nombre: Blanca Azucena Acevedo Ruiz Esparza Categoría: Médico No Familiar Área de Trabajo: Hospital General de Zona 2 Aguascalientes Coordinación clínica de auxiliar diagnóstico. Teléfono: 4491899125 Correo electrónico: azul6223@gmail.com En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Nombre: Laura Ramírez Adscripción: Médico Residente de Urgencias Lugar de Trabajo: Hospital General de Zona 2 Aguascalientes Teléfono: 4499139879 Correo electrónico: lauraramirezmd@gmail.com Declaración de consentimiento: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>Acepto participar y que se tomen los datos o muestras sólo para este estudio</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>Acepto participar y que se tomen los datos o muestras para este estudio y/o estudios futuros</td> </tr> </table> Se conservarán los datos o muestras hasta por <u> 5 </u> años tras lo cual se destruirán. <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>_____ Nombre y firma del participante</p> <p>_____ Nombre y firma del testigo 1</p> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  <p>Blanca Azucena Acevedo Ruiz Esparza Nombre y firma de quien obtiene consentimiento</p> <p>_____ Nombre y firma del testigo 2</p> </div> </div> Este formato constituye una guía que deberá completarse de acuerdo con las características propias de cada protocolo de investigación en salud, sin omitir información relevante del estudio. <p style="text-align: right;">Clave 2810-009-013</p>	<input type="checkbox"/>	Acepto participar y que se tomen los datos o muestras sólo para este estudio	<input type="checkbox"/>	Acepto participar y que se tomen los datos o muestras para este estudio y/o estudios futuros
<input type="checkbox"/>	Acepto participar y que se tomen los datos o muestras sólo para este estudio			
<input type="checkbox"/>	Acepto participar y que se tomen los datos o muestras para este estudio y/o estudios futuros			

Anexo B Instrumento de recolección de datos

Hoja de Recolección de Datos

Estudio: Uso del sensor Tobii para mapeo ocular en la revisión de radiografías de abdomen en pacientes con colecistitis aguda y obesidad mórbida en el servicio de Urgencias.

1. Datos Generales del Participante

- Código del Participante: _____
- Rol:
 - Urgenciólogo
 - Médico general
 - Otra especialidad: _____
- Años de experiencia clínica: _____
- Capacitación en interpretación radiológica (S/N):

3. Datos del Mapeo Ocular

- Duración total de revisión (segundos): _____
- Duración promedio de fijaciones (ms): _____
- Número total de fijaciones: _____
- Áreas de mayor fijación (región anatómica):
 - Área hepática
 - Región de la vesícula biliar
 - Intestino delgado
 - Otros: _____

2. Características de la Radiografía

- Calidad de la imagen (buena/regular/mala): _____

4. Evaluación de Viabilidad Técnica del Sensor Tobii

Instrucciones: Marque con una "X" el número que mejor refleje su nivel de acuerdo con cada afirmación.

1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 = De acuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo

Ítem	1	2	3	4	5
El sensor Tobii fue fácil de utilizar.					
El equipo funcionó correctamente durante toda la sesión.					
Me sentí cómodo utilizando el sensor en el entorno clínico simulado.					
La información generada por el software fue clara y útil.					
Considero que el sensor Tobii puede ser integrado fácilmente en el entorno clínico.					

Anexo C Manual Operacional

Objetivo del manual: Establecer una guía general para la ejecución sistemática del estudio con control de calidad en cada fase.

Contenido:

1. **Fases del estudio:**

- Preparación y validación de radiografías
- Selección y reclutamiento de participantes
- Capacitación en uso del sensor Tobii.
- Sesiones individuales de recolección
- Codificación y análisis de datos

2. **Condiciones del entorno:**

- Espacio cerrado, sin ruido externo.
- Luz ambiente estable y sin reflejos en la pantalla.
- Monitor en resolución alta, calibrado.

3. Manejo del sensor Tobii:

- Revisión diaria del funcionamiento.
- Calibración personalizada para cada médico.
- Respaldo de archivos tras cada sesión.

4. **Control de calidad:**

- Supervisión de cada sesión por parte del investigador.
- Verificación de archivo generado por el sistema.
- Repetición de sesión si hay fallas técnicas.

*Tobii Tech. *Tobii Pro Lab User Manual*. [Internet] Disponible en: <https://www.tobii.com>