

Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Centenario Hospital Miguel Hidalgo  
Centro de Ciencias de la Salud

**" EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL  
BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON  
OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL  
HIDALGO "**

Tesis presentada por  
**MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA**  
para obtener el grado de  
**ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

**ASESOR:**

**Dra. Andrea Castro de los Santos**  
**Especialista en Anestesiología**

**Aguascalientes, Ags. Febrero, 2026**



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



Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 03/02/2026

**NOMBRE:** ROSALES HINOJOSA MAIRA YESENIA **ID:** 361862

**ESPECIALIDAD:** ANESTESIOLOGÍA LGAC (del posgrado): ANALGESIA PERIOPERATORIA

**TIPO DE TRABAJO:** ( X ) Tesis ( ) Trabajo práctico

**SEDE HOSPITALARIA:** CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

**TITULO:** EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** MEJORA EN LA SEGURIDAD Y EFICACIA DEL BLOQUEO NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD, FAVORECIENDO UNA RECUPERACION MAS RAPIDA Y CONFORTABLE, REDUCCION DE COMPLICACIONES

**INDICAR SI - NO - NA (No aplica) 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 abordó
- 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 responder 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 Posgrado
- SI Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios
- SI Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial
- 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 de la SECIHTI 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

Si X  
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. EN FÁRM. SÉRGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

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

En cumplimiento con el Art. 136 fracción II, inciso g) del Reglamento General de Posgrado, que a la letra señala: suscripción de la presente titulación del Decanato del Centro de Ciencias de la Salud.

# GOBIERNO DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES



## COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

CEI-CI/164/25  
Aguascalientes, Ags., a 21 de Octubre del 2025

**DRA. ANDREA CASTRO DE LOS SANTOS**  
**INVESTIGADORA RESPONSABLE**  
**PRESENTE:**

En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación y de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, han decidido **APROBAR** el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**"EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO "**

**Autores** DRA. ANDREA CASTRO DE LOS SANTOS  
DR. JAVIER RAMÍREZ PAREDES  
DRA. MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA

En virtud de que se cumplió con los requisitos establecidos por ambos comités por cual se otorga el número de registro: 2025-R-46  
Con tiempo de vigencia: 6 meses de octubre de 2025 a abril de 2026

Sin otro particular, se solicita a los investigadores ajustarse a su periodo de vigencia del proyecto, reportar avance del proyecto de forma semestral en el mes de diciembre mediante el formato de "Avances de protocolos" y al concluirse, reportar estado del estudio, incidencias y eventos, además entregar resumen de resultados obtenidos y de los productos generados.

**ATENTAMENTE**  
**DR. SALVADOR ISRAEL MACÍAS HERNÁNDEZ**  
**ENCARGADO DE LA PRESIDENCIA DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**

**DR. JAIME ASAEL LÓPEZ VALDEZ**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**  
**VOCAL SECRETARIO DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**



449 9 94 67 20  
EOAV/SIM/IALV/DGPG\*

[www.lseaa.gob.mx](http://www.lseaa.gob.mx)

Av. Manuel Gómez Morin S/N, Col. Estación Alameda  
C.P. 20259, Aguascalientes, Ags.





**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
CONVINO DEL ESTADO 1923-1927



**" EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO"**

AUTORIZACIONES

*[Signature]*  
Dirección del Área de enseñanza e investigación



**El gigante de México**

Centenario Hospital Miguel Hidalgo

**DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA e INVESTIGACIÓN**

Dr. Edwin Oswaldo Vargas Ávila

*[Signature]*

Jefatura del servicio de Anestesiología

Dr. Miguel Ángel Cortes Reyna

*[Signature]*

Profesor titular del Posgrado de Anestesiología

Dr. Omar Sotelo Pichardo

*[Signature]*

Asesor clínico de tesis

Profesor del Posgrado de Anestesiología

Dra. Andrea Castro de los Santos

*[Signature]*

Asesor Metodológico de tesis

Profesor del Posgrado de Anestesiología

Dr. Javier Ramírez Paredes



449 9 94 67 20

[www.issea.gob.mx](http://www.issea.gob.mx)

Av. Manuel Gómez Morán S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259





**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
GOBIERNO DEL ESTADO 1923-2023



**Carta de Voto Aprobatorio Individual**

**Dr. en Farm. Sergio Ramírez González**  
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

**PRESENTE**

Por medio de la presente como **ASESOR** designado de la estudiante: **MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA** con ID. **3616862** quien realizó la tesis titulada: **" EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO "**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente , por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla así como para continuar con el procedimiento administrativo para la obtención de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Aguascalientes a 27 de Octubre del 2025**

**Dra. Andrea Castro de los Santos**

**Tutor de Tesis**

**Profesor del núcleo básico del posgrado de Anestesiología**

c.c.p.- Interesado



449 9 94 67 20

[www.issea.gob.mx](http://www.issea.gob.mx)

Av. Manuel Gómez Morín S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259





**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
GOBIERNO DEL ESTADO 2022-2027



**Carta de Voto Aprobatorio Individual**

**Dr. en Farm. Sergio Ramírez González**  
Decano del Centro de Ciencias de la Salud

**PRESENTE**

Por medio de la presente como **ASESOR** designado de la estudiante: **MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA** con ID. 361862 quien realizó la tesis titulada: **“EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO”**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia doy mi consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla así como para continuar con el procedimiento administrativo para la obtención de grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
“Se Lumen Proferre”

**Aguascalientes, Aguascalientes a 27 de Octubre del 2025**

**Dr. Javier Ramirez**  
Tutor de Tesis

**Profesor del núcleo básico del posgrado de Anestesiología**



449 9 94 67 20

[www.wisseagobmx](http://www.wisseagobmx)

Av. Manuel Gómez Morin S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259





**Aguascalientes**  
Gente de trabajo y soluciones  
*El gigante de México*  
CIERRE DEL ESTADO 2023 2027

Centenario Hospital  
**Miguel Hidalgo**

Aguascalientes, Aguascalientes a 27 de Octubre de 2025

**DR. EDWIN OSWALDO VARGAS ÁVILA**  
**DIRECCION DEL AREA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO**

**PRESENTE**

Estimado Doctor, en respuesta a la petición hecha por la Doctora Maira Yesenia Rosales Hinojosa, relacionada a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

***"EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO"***

Me permito informarle que, una vez corregido y aceptado el documento, considero que cumple cabalmente con los requisitos para su aceptación e impresión final.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Dra. Andrea Castro de los Santos

ASESOR

Dr. Javier Ramírez Paredes

ASESOR



449 9 94 67 20

[www.iseagob.mx](http://www.iseagob.mx)

Av Manuel Gómez Morín S/N  
Fracc. Alameda, C.P. 20259



**Evidencia de envío – recepción de artículo relacionado con la especialidad**

[LM] Acuse de recibo del envío

**N** Nery Guerrero Mojica via Revistas UAA <ojs@edu.uaa.mx> → ...

Para: MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA Lun 27/10/2025 07:04 PM

**i** Este mensaje ha sido identificado como un correo no deseado. Se eliminará después de 30 días. No es un correo no deseado

**i** Reenvió este mensaje el Lun 27/10/2025 07:44 PM. Ver conversación

MAIRA YESENIA ROSALES HINOJOSA:

Gracias por enviar el manuscrito "EL EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO" a Lux Médica. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://revistas.uaa.mx/luxmedica/authorDashboard/submission/8529>  
Nombre de usuario/a: 23mairaro23

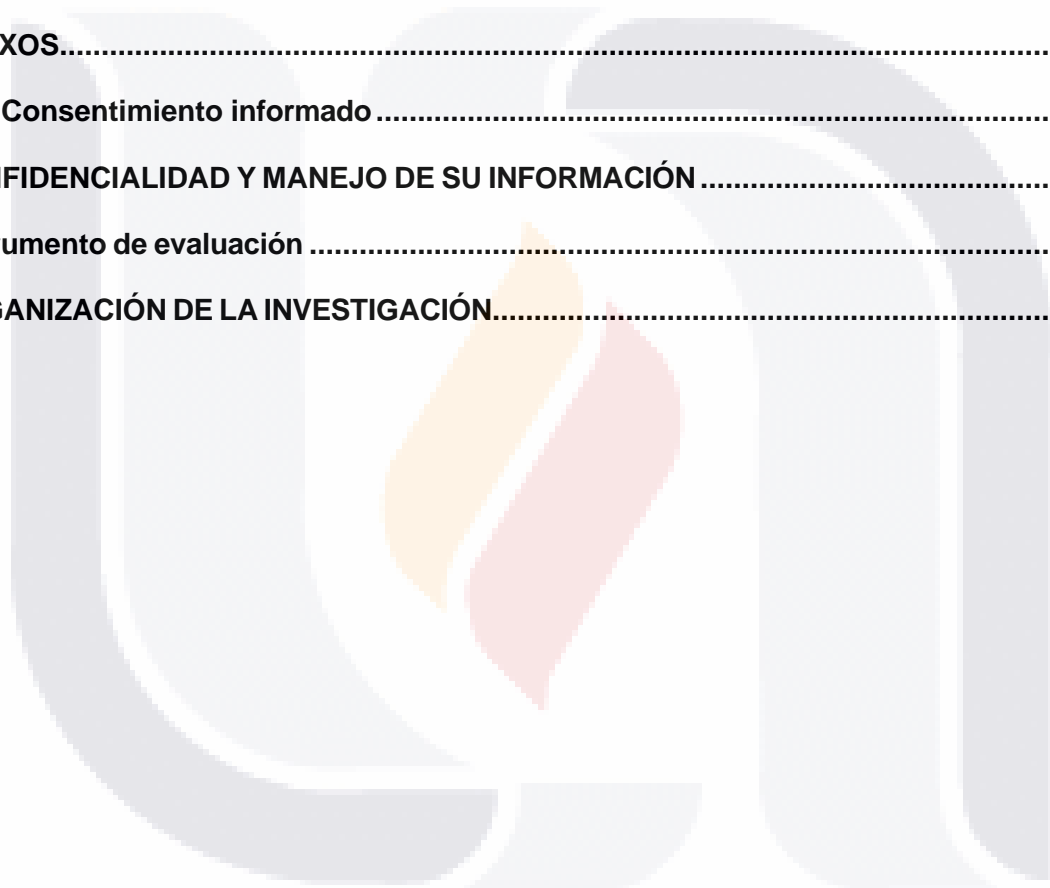
Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Nery Guerrero Mojica Lux Médica <https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica>

## INDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
INDICE DE GRÁFICOS E IMÁGENES.....	5
ACRÓNIMOS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
Problemática identificada .....	13
JUSTIFICACIÓN .....	15
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	17
MARCO TEÓRICO .....	18
HIPÓTESIS.....	32
OBJETIVOS .....	33
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	33
METODOLOGÍA.....	34
Muestra .....	34
Criterios de inclusión.....	34
Criterios de exclusión .....	34
Criterios de eliminación .....	35
JUSTIFICACIÓN CLÍNICA Y ESTADÍSTICA .....	39
Definiciones operacionales.....	39
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
Estadística Descriptiva .....	43

CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	46
RESULTADOS .....	47
HALLAZGOS POR CATEGORÍA .....	75
DISCUSIÓN .....	77
CONCLUSIONES .....	78
GLOSARIO.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	86
Consentimiento informado .....	86
CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN .....	88
Instrumento de evaluación .....	93
ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	94



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores epidemiológicos del BENax en pacientes con obesidad (CHMH, 2024).....	12
Tabla 2. Comparación de características poblacionales: Literatura internacional vs población mexicana .....	14
Tabla 3 Relación entre número de intentos de punción y complicaciones asociadas .....	15
Tabla 4 Clasificación de obesidad según índice de masa corporal (OMS) .....	20
Tabla 5 Técnica de ejecución de marcaje con ultrasonido para el Bloqueo del Eje Neuroaxial.....	26
Tabla 6 Técnica de marcaje ecográfico pre procedimental.....	28
Tabla 7 Profundidad promedio piel-espacio epidural según IMC .....	29
Tabla 8 El estudio prospectivo de Raghavan et al. (2021) (4) en 80 pacientes con IMC 35- 45 kg/m <sup>2</sup> demostró .....	31
Tabla 9 Estudios en anestesia regional que reportan *d* alta.....	37
Tabla 10 Variables y definiciones operacionales.....	40
Tabla 11 Distribución de búsqueda.....	44
Tabla 12 Estadísticos descriptivos de la muestra: variables categóricas.....	47
Tabla 13 Tabla de frecuencia por grupo de Estudio .....	48
Tabla 14 Tabla de distribución de frecuencia por grupo de sexo .....	49
Tabla 15 Distribución por Grado de Obesidad.....	50
Tabla 16 Éxito menor o igual a 2 intentos .....	53
Tabla 17 Porcentaje de frecuencia en Punción Hemática mayor a 2ml.....	54
Tabla 18 Tabla 20. Porcentaje de frecuencia en posición del paciente .....	55
Tabla 19 Porcentaje de frecuencia en tipo de operador .....	55
Tabla 20 Porcentaje de frecuencia en eventos adversos asociadas a Bloqueo del eje neuroaxial.....	56
Tabla 21 Caracterización demográfica y análisis descriptivo de la población.....	56
Tabla 22 Resultados de las pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov yShapiro-Wilk	59
Tabla 23 Distribución de normalidad de variables por grupo de estudio y pruebas estadísticas aplicables.....	60
Tabla 24 Rangos promedios de variables con distribución no normal según grupo de estudio .....	61
Tabla 25 Resultados de la prueba U de Mann-Whitney para comparación de grupos.....	62

Tabla 26 Estadísticas descriptivas de variables con distribución normal según grupo de estudio ..... 65

Tabla 27 Prueba T de Student para muestras independientes y prueba de Levene para igualdad de varianzas.....66

Tabla 28 Error estándar de la media para variables con distribución normal según grupo de estudio ..... 66

Tabla 29 Resultados de significancia y magnitud del efecto de la prueba T para muestras independientes.....67

Tabla 30 Intervalos de confianza al 95% y error estándar de la diferencia de medias... ..68

Tabla 31. Comparación de la distribución del grado de obesidad entre marcaje con ultrasonido y palpación anatómica..... 69

Tabla 32. Distribución de frecuencias del éxito en  $\leq 2$  intentos según grupo de estudio..... 70

Tabla 33. Distribución de frecuencias del éxito en  $\leq 2$  intentos según grupo de estudio..... 70

Tabla 34. Prueba de Chi-cuadrado para asociación entre éxito en  $\leq 2$  intentos y grupo De estudio ..... 71

Tabla 35. Tabla cruzada Puncion\_Hemática mayo a 2ml \* Grupo de estudio .....71

Tabla 36. Lumbalgia mayor a ENA 4 a 48 hrs \* Grupo de estudio... ..72

Tabla 37. Tipo de abordaje \* Grupo de estudio... ..72

Tabla 38. Posición del Paciente \* Grupo de estudio... ..73

Tabla 39. Tabla cruzada Tipo de Operador..... 73

Tabla 40. Tipo de Operador \* Grupo de estudio..... 74

Tabla 41. Grupo de estudio Eventos Adversos.....74

## INDICE DE GRÁFICOS E IMÁGENES

Imagen 1 Representación Gráfica Del Cálculo De La Muestra Por G*Power .....	36
Gráfico 1. Distribución de los grupos de estudio .....	49
Gráfico 2. Distribución por sexo de la muestra .....	50
Gráfico 3. Distribución del grado de obesidad .....	51
Gráfico 4. Distribución del Grado de Obesidad por Grupo de Estudio.....	52
Gráfico 5. Comparación de la Tasa de Éxito ( $\leq 2$ intentos) por Grupo de Estudio .....	53
Gráfico 6. Tabla de cajas y bigotes comparación del Número de intentos de Punción .....	64

## ACRÓNIMOS

ASA: American Society of Anesthesiologist

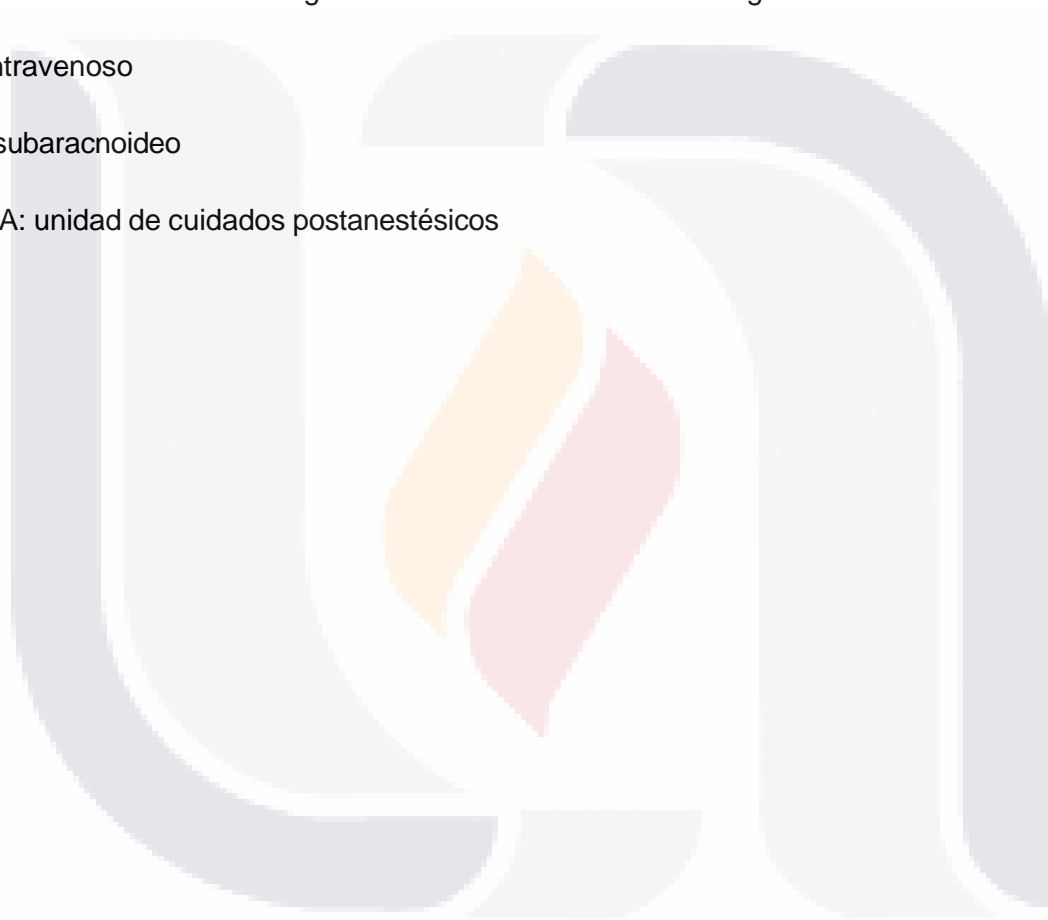
ENA: escala numérica análoga

ENA: escala numérica análoga IMSS: Instituto Mexicano del Seguro Social

IV: intravenoso

SA: subaracnoideo

UCPA: unidad de cuidados postanestésicos



## RESUMEN

**Introducción:** El bloqueo del eje neuroaxial (BENax) es una técnica fundamental en cirugías infraumbilicales, pero su efectividad se ve comprometida en pacientes con obesidad debido a la dificultad para identificar puntos anatómicos mediante palpación. Diversos estudios han demostrado que el uso de ultrasonido previo al procedimiento reduce los intentos de punción y las complicaciones. En el Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH), el 18.9% de los pacientes quirúrgicos presentan obesidad, y el 45.1% requieren abordaje del neuroeje. Revisiones Cochrane (2025) y metaanálisis recientes (2024) confirman que el ultrasonido ofrece mayores beneficios en escenarios técnicamente difíciles, lo que justifica su evaluación local.

**Objetivo:** Comparar la eficacia del marcaje ecográfico frente a la palpación tradicional para disminuir el número de intentos de punción en el BENax de pacientes con obesidad grados I-III, y analizar la relación entre el índice de masa corporal, las complicaciones y la experiencia del operador. **Materiales y métodos:** Ensayo clínico aleatorizado, prospectivo, con 22 pacientes distribuidos 1:1 en dos grupos. **Grupo intervención:** BENax con marcaje ecográfico previo. **Grupo control:** BENax con técnica tradicional por palpación. **Variable principal:** número de intentos de punción hasta obtener líquido cefalorraquídeo. **Variables secundarias:** éxito en  $\leq 2$  intentos, complicaciones (punción hemática  $> 2$  ml, lumbalgia persistente  $> 48$  h con ENA  $\geq 4$ ) y correlación IMC-intentos. Se aplicó análisis estadístico mediante t-Student/Mann-Whitney y Chi-cuadrado ( $\alpha < 0.05$ ).

**Resultados:** El grupo guiado por ultrasonido requirió significativamente menos intentos (rango promedio 6.0 vs 17.0,  $p < 0.001$ ), con 100% de éxito en  $\leq 2$  intentos versus 36.4% en el grupo palpación ( $p = 0.004$ ). Se observó menor incidencia de complicaciones en el grupo ecoguiado. **Conclusión:** Este estudio pionero en México aporta evidencia local sobre la superioridad del marcaje ecográfico para optimizar el BENax en pacientes obesos, mejorando la seguridad del procedimiento, reduciendo complicaciones y fortaleciendo los protocolos de anestesia regional.

**Palabras clave:** ultrasonido, bloqueo neuroaxial, obesidad, anestesia regional, marcaje ecográfico, eficacia anestésica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Neuraxial blockade (BENax) is a fundamental technique for infraumbilical surgeries; however, its effectiveness can be compromised in obese patients due to difficulty identifying anatomical landmarks by palpation. Several studies have shown that preprocedural ultrasound reduces the number of puncture attempts and related complications. At Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH), 18.9% of surgical patients present obesity, and 45.1% require neuraxial anesthesia. Recent Cochrane reviews (2025) and network meta-analyses (2024) confirm that ultrasound offers greater benefits in technically challenging scenarios, supporting the need for local evaluation.

**Objective:** To compare the efficacy of ultrasound-assisted marking versus traditional palpation in reducing the number of puncture attempts for BENax in obese patients (grades I-III), and to analyze the relationship between body mass index (BMI), complications, and operator experience.

**Materials and Methods:** A prospective, randomized clinical trial was conducted with 22 patients assigned in a 1:1 ratio to two groups. Intervention group: BENax with preprocedural ultrasound marking. Control group: BENax with traditional palpation. The primary variable was the number of puncture attempts required to obtain cerebrospinal fluid. Secondary variables included success in  $\leq 2$  attempts, complications (bloody puncture  $> 2$  ml, persistent low back pain  $> 48$  h with NRS  $\geq 4$ ), and correlation between BMI and number of attempts. Statistical analysis was performed using t-Student/Mann-Whitney and Chi-square tests ( $\alpha < 0.05$ ). **Results:** The ultrasound-guided group required significantly fewer attempts (mean rank 6.0 vs 17.0,  $p < 0.001$ ), with 100% success in  $\leq 2$  attempts versus 36.4% in the palpation group ( $p = 0.004$ ). Lower incidence of complications was observed in the ultrasound-guided group. **Conclusion:** This pioneering study in Mexico provides local evidence supporting the superiority of ultrasound-assisted marking for optimizing BENax in obese patients, enhancing procedural safety, reducing complications, and improving regional anesthesia protocols.

**Keywords:** ultrasound, neuraxial block, obesity, regional anesthesia, ultrasound marking, analgesic efficacy.

## INTRODUCCIÓN

La obesidad representa uno de los desafíos de salud pública más apremiantes del siglo XXI. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2024 más de 650 millones de adultos presentan obesidad ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) a nivel mundial, cifra que se ha triplicado desde 1975 (1). Esta epidemia no solo incrementa la morbimortalidad cardiovascular y metabólica, sino que también complejiza significativamente los procedimientos anestésicos, particularmente las técnicas de anestesia regional (2).

El bloqueo del eje neuroaxial (BENax) constituye la técnica anestésica de elección para cirugías infraumbilicales, ortopédicas de extremidades inferiores y procedimientos obstétricos, debido a sus ventajas sobre la anestesia general: menor riesgo de aspiración, preservación de la ventilación espontánea, analgesia postoperatoria superior y reducción de complicaciones tromboembólicas (3). Sin embargo, en pacientes con obesidad, la identificación de referencias anatómicas por palpación superficial se ve severamente dificultada por el exceso de tejido adiposo dorsal, incrementando la tasa de intentos fallidos hasta en 200% comparado con pacientes no obesos (4).

La incorporación del ultrasonido en anestesia regional ha revolucionado la práctica clínica desde su primera descripción para identificación del espacio epidural por Cork et al. en 1980 (5). Estudios pioneros de Currie (1984) (6) y Wallace (1992) (7) demostraron que la profundidad al espacio epidural es predecible mediante mediciones ecográficas. Bonazzi et al. (1995) (8) fueron los primeros en visualizar el ligamento amarillo con ultrasonido, consolidando su utilidad diagnóstica preprocedimental.

La literatura contemporánea, incluyendo una revisión sistemática Cochrane (2025) (9) y un metaanálisis en red (2024) (10), confirma que el ultrasonido ofrece beneficios clínicamente relevantes en escenarios técnicamente difíciles, específicamente:

- **Reducción de intentos de punción:** Disminución media de 2.3 intentos (IC95%: 1.8-2.9) en pacientes con  $IMC > 35 \text{ kg/m}^2$  (4)
- **Mejora en tasa de éxito al primer intento:**  $OR=3.8$  (IC95%: 2.1-6.7) versus palpación tradicional (11)

- **Reducción de complicaciones:** Disminución del 45% en punción dural inadvertida y 60% en punción hemática (12)

México enfrenta una prevalencia alarmante de obesidad. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) Continua 2023 (13), el 37.1% de adultos mexicanos presentan obesidad (41.0% mujeres, 33.0% hombres), con más del 70% de la población adulta con exceso de peso. En Aguascalientes específicamente, la prevalencia estatal alcanza el 39.2% (14), superando la media nacional.

En el Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH), centro de referencia estatal de tercer nivel, el análisis epidemiológico institucional (2023-2024) revela que:

- **18.9% de pacientes quirúrgicos** presentan obesidad grados I-III
- **45.1% de estos pacientes** requieren abordaje neuroaxial para su intervención quirúrgica
- **No existen protocolos estandarizados** de marcaje ecográfico previo al BENax
- **Tasa de éxito reportada en primera punción:** 62% en pacientes con IMC >30 kg/m<sup>2</sup> (dato institucional no publicado)

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obesidad, definida por la OMS como IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, afecta globalmente a más de 650 millones de adultos (1). Esta condición incrementa significativamente la complejidad técnica del BENax debido a la Dificultad anatómica que es debida al exceso de tejido adiposo subcutáneo (hasta 8-12 cm en obesidad grado III) dificulta la palpación de referencias óseas clave como apófisis espinosas y espacios intervertebrales (15), el Incremento de intentos fallidos; Estudios multicéntricos reportan tasa de fallo en primera punción del 43% en obesidad grado II y hasta 67% en grado III, versus 12% en pacientes no obesos (4), Complicaciones asociadas; Cada intento adicional incrementa riesgo de punción hemática (OR=3.1, IC95%: 1.8-5.3) y lumbalgia persistente (OR=2.8, IC95%: 1.5-5.1) (16).

La literatura internacional establece que el uso de ultrasonido preprocedimental:

- **Mejora identificación del espacio objetivo:** Sensibilidad 94% vs 68% de palpación tradicional (p<0.001) (17)
- **Reduce tiempo del procedimiento:** Media 12.3±4.2 min vs 18.7±6.9 min (p<0.01) (18)
- **Disminuye dolor procedimental:** Escala Visual Análoga 3.2±1.1 vs 5.8±1.9 (p<0.001) (19)

La Federación Internacional de Anestesiólogos (WFSA) recomienda desde 2023 (20) el uso de ultrasonido como "estándar deseable" en pacientes con factores de riesgo para punción difícil, incluyendo obesidad grado II-III.

México ocupa el segundo lugar mundial en prevalencia de obesidad en adultos (13). La ENSANUT 2023 documenta:

- **37.1% de obesidad en adultos** (41.0% mujeres, 33.0% hombres)
- **Obesidad grado III (mórbida):** 9.7% de la población adulta
- **Distribución regional desigual:** Estados del norte presentan hasta 44% de prevalencia

El Sector Salud mexicano (2024) reporta que el 28% de procedimientos quirúrgicos electivos se realizan en pacientes con obesidad (21), pero menos del 15% de hospitales

públicos de tercer nivel cuentan con protocolos estandarizados de ultrasonido para BENax (22). Aguascalientes presenta prevalencia de obesidad superior a la media nacional (39.2%) (14). El análisis del Sistema Estatal de Salud (2023) indica que:

- **42% de cirugías electivas** se realizan en pacientes con IMC >30 kg/m<sup>2</sup>
- **Solo 3 de 8 hospitales** de segundo nivel cuentan con equipos de ultrasonido portátil en quirófanos

Como hospital de referencia estatal, el Centenario Hospital Miguel Hidalgo (CHMH) atiende la mayor complejidad quirúrgica. Datos del Servicio de Anestesiología (enero-diciembre 2024, análisis interno) revelan:

**TABLA 1. INDICADORES EPIDEMIOLÓGICOS DEL BENAX EN PACIENTES CON OBESIDAD (CHMH, 2024)**

Indicador	Valor
<b>Pacientes quirúrgicos con obesidad I-III</b>	18.9% (n=487/2,574)
<b>Pacientes obesos que requieren BENax</b>	45.1% (n=220/487)
<b>Tasa de éxito en ≤2 intentos (palpación)</b>	58.2%
<b>Intentos promedio en IMC &gt;35 kg/m<sup>2</sup></b>	3.4±1.8
<b>Complicaciones registradas:</b>	
- <b>Punción hemática</b>	24.5%
- <b>Lumbalgia &gt;48h</b>	18.2%
- <b>Conversión a anestesia general</b>	7.3%

## Problemática identificada

No existe protocolo institucional de marcaje ecográfico preprocedimental, los equipos de ultrasonido portátil están disponibles pero subutilizados (uso en <5% de BENax en obesos) y existe falta de entrenamiento formal en ecografía neuroaxial (solo 3/14 anestesiólogos adscritos certificados). A pesar de la evidencia internacional favorable al ultrasonido y la alta prevalencia local de obesidad, persisten las siguientes deficiencias: no existen estudios publicados en México que comparen sistemáticamente marcaje ecográfico versus palpación tradicional en BENax para pacientes obesos; los pocos reportes nacionales (23) son estudios observacionales sin grupo control, limitando la aplicabilidad de recomendaciones internacionales al contexto mexicano; existe heterogeneidad técnica entre operadores (8 residentes, 14 adscritos) y criterios variables para considerar “punción difícil”. El registro institucional (2024) documenta un 7.3% de conversión a anestesia general por fallo de BENax (n=16/220 pacientes obesos), lo cual incrementa costos (promedio \$8,400 MXN/caso), tiempo quirúrgico (+45 min) y riesgo anestésico (ASA reclasificación). La evidencia internacional presenta limitaciones que justifican investigación local, ya que aunque Raghavan et al. (2021) (4) reportan reducción significativa de intentos (media  $1.8 \pm 0.9$  vs  $3.2 \pm 1.5$ ,  $p < 0.001$ ) en población india con IMC 35–42 kg/m<sup>2</sup>, los estudios en población latinoamericana son escasos; un estudio brasileño (24) (2022, n=45) no encontró diferencias significativas ( $p=0.12$ ), pero utilizó ultrasonido en tiempo real (técnica operador-dependiente) versus marcaje preprocedimental. La revisión Cochrane 2025 (9) concluye que el efecto del ultrasonido sobre eventos adversos mayores (hematoma epidural, lesión neurológica) permanece incierto debido a baja certeza de evidencia (GRADE: muy baja), eventos raros que requieren muestras >500 pacientes y seguimiento variable (24 h–30 días), además de que los estudios asiáticos y europeos presentan diferencias demográficas críticas que limitan su transferibilidad al contexto mexicano.

**TABLA 2. COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS POBLACIONALES: LITERATURA INTERNACIONAL VS POBLACIÓN MEXICANA**

<b>Variable</b>	<b>Literatura Internacional</b>	<b>Población Mexicana (ENSANUT 2023)</b>
<b>IMC promedio en obesos</b>	34.2±4.1 kg/m <sup>2</sup>	36.8±5.3 kg/m <sup>2</sup>
<b>Obesidad grado III</b>	15-20% de obesos	26% de obesos
<b>Comorbilidades (DM2+HTA)</b>	38%	52%

Aunque existe evidencia internacional que respalda el ultrasonido en BENax para obesidad, se desconoce cuál es la magnitud del efecto en población mexicana con mayor prevalencia de obesidad mórbida y comorbilidades, si el beneficio se mantiene con operadores en formación (residentes), quienes realizan el 65% de los BENax en el CHMH, si la reducción de intentos se traduce en una disminución clínicamente significativa de complicaciones específicas como punción hemática y lumbalgia en nuestro contexto, y si existe correlación entre el grado de obesidad (I vs II vs III) y la magnitud del beneficio del ultrasonido. La literatura internacional es consistente en mostrar beneficios del ultrasonido para poblaciones seleccionadas; sin embargo, la ausencia de datos locales impide justificar inversión institucional en equipos y capacitación, diseñar protocolos adaptados a las características demográficas mexicanas y evaluar la costo-efectividad en el sistema de salud público. Por tanto, es imperativo generar evidencia local que permita responder si el marcaje ecográfico previo al BENax en pacientes obesos atendidos en el CHMH reduce significativamente los intentos de punción, mejora la tasa de éxito en ≤2 intentos, disminuye complicaciones específicas y presenta un beneficio diferencial según el grado de obesidad, dado que no existe un protocolo escrito de abordaje en obesidad.

## JUSTIFICACIÓN

### Magnitud del Problema:

- A nivel global: 650 millones de adultos con obesidad (1)
- En México: 37.1% de adultos obesos (13) (≈35 millones de personas)
- En CHMH: 220 pacientes obesos/año requieren BENax
- Complicaciones actuales: 24.5% punción hemática, 7.3% conversión a anestesia general

### Impacto en Seguridad del Paciente:

Cada intento adicional de punción incrementa exponencialmente riesgos:

**TABLA 3 RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE INTENTOS DE PUNCIÓN Y COMPLICACIONES ASOCIADAS**

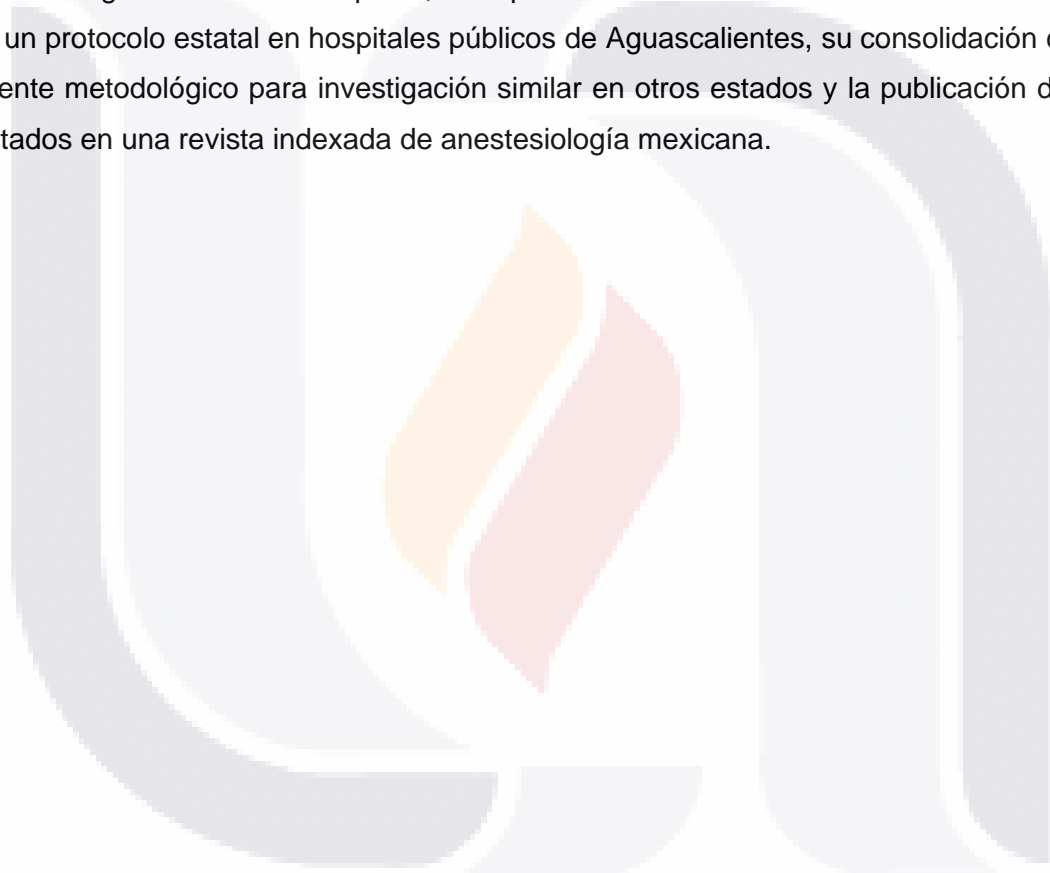
Intentos	Punción Hemática	Cefalea Post-Punción	Lumbalgia Persistente
1-2	8%	12%	14%
3-4	28%	31%	39%
≥5	52%	48%	61%

Fuente: Datos compilados de referencias (4,16,19)

### Vacío de Evidencia Local:

- **Cero estudios comparativos** en población mexicana
- Extrapolación de datos internacionales limitada por diferencias demográficas
- Necesidad de evidencia para modificar práctica institucional

Esta investigación servirá para generar beneficios directos en distintos niveles, ya que para los pacientes permitirá la reducción del dolor procedimental, un menor riesgo de complicaciones y la disminución de la conversión a anestesia general con riesgos evitados; para el personal médico facilitará la implementación de un protocolo estandarizado basado en evidencia local, la reducción del estrés del operador en casos difíciles y la mejora en la curva de aprendizaje de los residentes; y para la institución contribuirá a la optimización de recursos mediante la reducción del tiempo quirúrgico, la disminución de costos (estimado en \$126,000 MXN anuales por conversiones evitadas) y el fortalecimiento del programa de anestesia regional. A mediano plazo, el impacto incluirá el establecimiento de una base para un protocolo estatal en hospitales públicos de Aguascalientes, su consolidación como referente metodológico para investigación similar en otros estados y la publicación de los resultados en una revista indexada de anestesiología mexicana.



## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿El marcaje ecográfico preoperatorio del espacio neuroaxial reduce significativamente el número de intentos de punción ( $\leq 2$  intentos) y las complicaciones asociadas (punción hemática, lumbalgia persistente) comparado con la técnica tradicional de palpación anatómica en pacientes con obesidad grados I-III programados para bloqueo del eje neuroaxial en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo?



## MARCO TEÓRICO

### **Anatomía Funcional.**

La columna vertebral consta de 33 vértebras: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras y 4 segmentos coccígeos. Presenta 3 curvas, la cervical y la lumbar son convexas en dirección anterior, la curva torácica es convexa en dirección posterior. Las curvas de la columna vertebral, además de la fuerza de gravedad, la baricidad del anestésico local y la posición del paciente; influyen en la propagación del anestésico local en el espacio subaracnoideo (25).

Son 5 los ligamentos que mantienen unida la columna vertebral y constituyen referencias anatómicas esenciales para el BENax:

1. Ligamento supraespinoso: Conecta los vértices de las apófisis espinosas desde C7 hasta el sacro. Por arriba de C7 se denomina ligamento nucal.
2. Ligamento interespinoso: Une las apófisis espinosas adyacentes entre sí.
3. Ligamento amarillo: Conecta las láminas vertebrales consecutivas. Es la última estructura que atraviesa la aguja antes de alcanzar el espacio epidural. Su grosor varía de 3-5 mm y su identificación táctil (pérdida de resistencia) es fundamental en la técnica tradicional (26).
4. Ligamento longitudinal posterior: Recorre la cara posterior de los cuerpos vertebrales dentro del canal espinal.
5. Ligamento longitudinal anterior: Recorre la cara anterior de los cuerpos vertebrales.

### **Meninges y Espacios Anatómicos:**

Tres membranas protegen la médula espinal: Duramadre, Aracnoides y Piamadre.

-Duramadre: Capa externa y más resistente. El saco dural se extiende desde el foramen magno hasta el nivel de S2 en adultos (27).

- Aracnoides: Capa media avascular en contacto con la superficie interna de la duramadre. El espacio subdural es virtual (potencial).

- Piamadre: Membrana delgada adherida íntimamente a la superficie medular. Se continúa caudalmente como filum terminale, que fija la médula al cóccix.

El espacio subaracnoideo se localiza entre la aracnoides y la piamadre, conteniendo:

- Líquido cefalorraquídeo (LCR): 120-150 ml en adultos
- Raíces nerviosas espinales
- Vasos sanguíneos

### **Consideraciones Anatómicas Críticas:**

La médula espinal termina como cono medular en L1-L2 en adultos, aunque existe variabilidad individual (L1 superior hasta L3 superior en 5% de población) (28). Por seguridad, el BENax debe realizarse por debajo de L2-L3 para evitar trauma medular directo. En obesidad, la identificación del nivel vertebral por palpación de cresta ilíaca (tradicionalmente L4) puede desplazarse hasta 2 niveles superiores, incrementando riesgo de punción alta inadvertida (29).

### **Obesidad: Definición y Clasificación Actual**

Actualmente, la obesidad se reconoce como una enfermedad crónica multifactorial, caracterizada por un exceso de grasa corporal que afecta negativamente la salud. Según la Organización Mundial de la Salud (2024), la obesidad no debe definirse únicamente por el índice de masa corporal ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ), sino también considerando la distribución y función del tejido adiposo, y la presencia de comorbilidades.

Las guías clínicas más recientes recomiendan evaluar la obesidad como un espectro que va desde la obesidad preclínica —sin daño orgánico— hasta la obesidad clínica, donde ya existe disfunción metabólica u orgánica (The Lancet Commission, 2024).

México se mantiene entre los países con mayor prevalencia de obesidad a nivel mundial. De acuerdo con los datos más recientes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua (ENSANUT Continua 2023), el 37.1 % de los adultos mexicanos presentan obesidad, con una distribución de 41.0 % en mujeres y 33.0 % en hombres. Además, más del 70 % de la población adulta padece exceso de peso (sobrepeso u obesidad), mientras que apenas un 23.5 % se encuentra dentro de un rango saludable de peso (INSP, 2024).

**TABLA 4 CLASIFICACIÓN DE OBESIDAD SEGÚN ÍNDICE DE MASA CORPORAL (OMS)**

<b>Categoría</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Riesgo de Comorbilidades</b>
<b>Peso bajo</b>	<18.5	Bajo (otros riesgos clínicos)
<b>Peso normal</b>	18.5-24.9	Promedio
<b>Sobrepeso</b>	25.0-29.9	Aumentado
<b>Obesidad grado I</b>	30.0-34.9	Moderado
<b>Obesidad grado II</b>	35.0-39.9	Alto
<b>Obesidad grado III</b>	≥40.0	Muy alto

Fuente: (Meneses-Sierra, Ochoa-Martínez, Burciaga-Jiménez, Gómez- Mendoza, Salgado-Loza, 2023) (Pág. 335). (31)

**Epidemiología Nacional:**

México presenta cifras alarmantes según ENSANUT 2023 (13):

- 37.1% de adultos con obesidad (41.0% mujeres, 33.0% hombres)
- 70.5% de adultos con exceso de peso (sobrepeso + obesidad)
- Obesidad grado III: 9.7% de adultos (≈9 millones de personas)

En Aguascalientes, la prevalencia alcanza 39.2% (14), siendo uno de los cinco estados con mayor carga de obesidad en el país.

**Implicaciones Anestésicas de la Obesidad:**

La obesidad afecta múltiples aspectos del manejo perioperatorio:

1. Vía aérea difícil: Incremento de 3-5 veces vs población general (32)

2. Alteraciones respiratorias: Síndrome de apnea obstructiva del sueño (40% en IMC >35), reducción de capacidad funcional residual
3. Cambios cardiovasculares: Hipertensión arterial (60%), disfunción diastólica
4. Dificultad técnica para procedimientos: Acceso venoso, bloqueos neuroaxiales, monitorización invasiva

## **Bloqueo del eje neuroaxial**

### **Fundamentos**

El bloqueo del eje neuroaxial (BENax) o anestesia espinal, engloba las técnicas de anestesia espinal (subaracnoidea), epidural y combinada espinal-epidural. Se define como la inyección de anestésicos locales en el espacio epidural o subaracnoideo para producir bloqueo sensitivo, motor y autonómico reversible (33).

Es un procedimiento de tipo regional que se indica en el caso de requerir un nivel sensitivo de anestesia que no va a alterar el bienestar del paciente. Específicamente se indica en cirugía ortopédica de extremidades inferiores, en cirugía general infraumbilical, en la genitourinaria y en ginecología y obstetricia para un transoperatorio seguro de la cirugía cesárea en mujeres embarazadas (22).

El éxito de este procedimiento depende principalmente del tipo de anestésico aplicado, las opciones farmacológicas más comunes son la bupivacaína y la lidocaína. Su éxito también depende de otras especificidades como son el dominio de los conocimientos anatómicos de la columna vertebral y sus componentes, la posición del paciente, el tipo de aguja utilizada, la preparación adecuada del fármaco dependiendo de las características del paciente y del análisis de las posibles estructuras internas que podrían lesionarse (25).

### **Ventajas sobre Anestesia General:**

La evidencia acumulada (34,35) demuestra que el BENax ofrece:

- Reducción de mortalidad perioperatoria: RR=0.71 (IC95%: 0.53-0.94) en cirugía ortopédica mayor
- Menor incidencia de tromboembolismo venoso RR=0.56 (IC95%: 0.38-0.81)
- Analgesia postoperatoria superior: Reducción de consumo de opioides en 40-60%

- Disminución de íleo postoperatorio: Retorno de función intestinal 24h más temprano
- Menor riesgo de delirium postoperatorio: Especialmente en adultos mayores

**Contraindicaciones:**

Absolutas:

- Rechazo del paciente
- Infección en sitio de punción
- Coagulopatía severa (INR >1.5, plaquetas <50,000/μL)
- Hipertensión endocraneana
- Sepsis sistémica
- Neuropatía preexistente
- Deformidades severas de columna
- Cirugía prolongada (>3-4 horas)

Relativas:

- Hipovolemia severa no corregida (25).

El BENax presenta variaciones en su técnica como son la anestesia sectorizada, la anestesia espinal continua y la anestesia combinada espinal epidural.

**Técnicas para el bloqueo del eje neuroaxial**

Palpación Anatómica: Para encontrar el punto epidural exacto en donde se requiere realizar una punción para el BENax se aplica la técnica de la palpación digital, esto se logra con un dominio teórico práctico de la anatomía neuro espinal y sus estructuras internas.

Este método ha sido el más sencillo y utilizado, pero se ha observado que presenta inconvenientes en pacientes que presentan situaciones específicas de salud, por ejemplo, la obesidad grado III o mórbida, en pacientes con cierta deformidad de la columna como la escoliosis, etc. (25).

**1. Abordaje por Línea Media (Medio):**

Técnica más común. La aguja se inserta en la línea media sagital entre dos apófisis espinosas, atravesando en orden:

1. Piel y tejido subcutáneo
2. Ligamento supraespinoso
3. Ligamento interespinoso
4. Ligamento amarillo

## 5. Espacio epidural (si técnica epidural) o duramadre-aracnoides (si técnica espinal)

Ventajas: Orientación anatómica directa, menor desviación lateral

Desventajas: Dificultad en calcificación de ligamentos interespinosos (ancianos), espacios estrechos

### 2. Abordaje Paramediano (Paramedial):

La aguja se inserta 1-2 cm lateral a la línea media, con angulación de 10-15° hacia la línea media. Evita atravesar ligamentos supraespinoso e interespinoso, accediendo directamente al ligamento amarillo (38).

Ventajas:

- Útil en calcificación de ligamentos
- Espacios interespinosos más amplios lateralmente
- Menor angulación de aguja necesaria

Desventajas:

- Mayor complejidad técnica
- Curva de aprendizaje más prolongada
- Riesgo de punción radicular unilateral

### 3. Abordaje de Taylor (Lumbosacro):

Variante del paramediano que utiliza el espacio L5-S1 (el más amplio de la columna). La aguja se inserta 1 cm medial y 1 cm caudal a la espina ilíaca posterosuperior, con angulación de 45-55° cefálico y medial (39).

Entre las Ventajas se encuentran Espacio más amplio (útil en obesidad), Menor incidencia de cefalea post-punción dural, Alternativa cuando espacios lumbares superiores no accesible, y como Desventajas Orientación tridimensional compleja, Mayor distancia piel-espacio subaracnoideo, Nivel de bloqueo más bajo (requiere volúmenes mayores).

## Uso del Ultrasonido para la Punción Neuroaxial

### Historia y Evolución:

Todos los días nos enfrentamos a características anatómicas distintas para el abordaje del neuroeje; la experiencia nos hace tener éxito en la mayoría de los intentos por acceder ya sea al espacio epidural o al espacio subaracnoideo. Cuando nos enfrentamos a una situación complicada para poder administrar un bloqueo en el neuroaxial,

independientemente de la causa, el número de intentos realizados va en relación directa a la posibilidad de condicionar daño no solo en los tejidos periféricos al neuroeje, si no al propio sistema nervioso. Las técnicas anestésicas centrales desde su descripción hace 135 años han sido ejercidas como técnicas guiadas por referencias anatómicas, con un porcentaje relativamente bajo de complicaciones neurológicas que no supera el 2%.

La aplicación del ultrasonido en anestesia neuroaxial ha evolucionado desde descripciones iniciales hasta técnicas estandarizadas:

- 1980: Cork et al. (5) reportan primera localización ecográfica del espacio epidural
- 1984: Currie (6) demuestra correlación entre medición ecográfica y profundidad real
- 1992: Wallace et al. (7) validan identificación de estructuras lumbares
- 1995: Bonazzi et al. (8) visualizan ligamento amarillo
- 2010: Griffin y Nicholls (40) publican guía práctica de ultrasonido neuroaxial
- 2017-2024: Consolidación como herramienta estándar en escenarios difíciles

Cualquier metodología que lleve al aumento de seguridad y eficacia en nuestro trabajo deberá ser bienvenida. El empleo del ultrasonido como técnica auxiliar para la identificación del neuroeje representa un avance que debe ser implementado en nuestra práctica diaria. Los pacientes en quienes con frecuencia pudiéramos tener mayor grado de dificultad técnica para el abordaje del neuroeje son aquellos con sobrepeso y/o con alteraciones anatómicas de la columna. En ellos resultaría indispensable la valoración previa con ultrasonido del neuroeje para aumentar el grado de eficacia.

La literatura actual en la ecografía aplicada en la anestesia regional se ha convertido en el estándar de oro para garantizar un proceso anestésico exitoso y seguro para la salud del paciente. (16).

### **Principios Físicos Aplicados del Ultrasonido**

El ultrasonido utiliza ondas sonoras de alta frecuencia (2-10 MHz) que penetran tejidos y se reflejan en interfaces de densidad diferente. Para estructuras neuroaxiales profundas se requieren:

- Transductores curvos de baja frecuencia (2-5 MHz): Mayor penetración (8-12 cm)
- Modo B (brillo): Imagen bidimensional en tiempo real

-Ajuste de ganancia y profundidad: Optimizar visualización de estructuras óseas y ligamentos

### **Anatomía Ecográfica Lumbar**

#### **Imagen Transversal (Eje Corto):**

Láminas vertebrales: Líneas hiperecoicas con sombra acústica posterior

Ligamento amarillo-complejo dural: Línea hiperecoica entre láminas

Espacio epidural: Zona hipoecoica entre ligamento amarillo y duramadre

Apófisis transversas: Estructuras hiperecoicas laterales

#### **Imagen Longitudinal Paramediana (Eje Largo):**

Apófisis articulares: Proyecciones óseas hiperecoicas "en diente de sierra"

Espacio interlaminar: Ventana acústica entre láminas adyacentes

Ligamento amarillo: Línea hiperecoica continua

Saco dural: Estructura tubular hipoecoica pulsátil

#### **Técnicas de Ultrasonido en BENax:**

Con base en Griffin y Nicholls (2010) puede utilizarse la ecografía para guiar la punción epidural de dos formas;

##### **1. Marcaje Preprocedimental (Pre-scanning):**

La más utilizada en práctica clínica actual. Consiste en exploración ecográfica previa al procedimiento, Identificación del espacio intervertebral óptimo, Marcaje cutáneo del punto y trayecto de punción, Medición de profundidad estimada, Realización del BENax con técnica tradicional (sin ecógrafo)

Ventajas: No requiere esterilización del transductor, Más rápido que ultrasonido en tiempo real, Menor curva de aprendizaje, Aplicable a cualquier abordaje (medio, paramediano, Taylor).

##### **2. Ultrasonido en Tiempo Real (Real-time):**

Visualización continua de la aguja durante su avance. Requiere:

Transductor estéril cubierto

Asistente para manipular ecógrafo

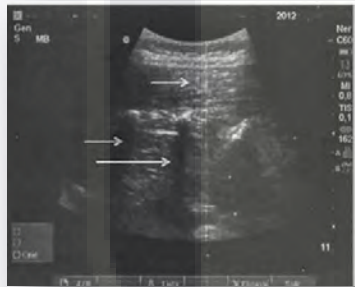
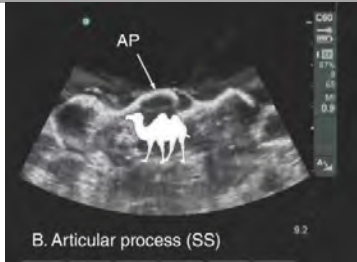
Coordinación ojo-mano-pantalla avanzada

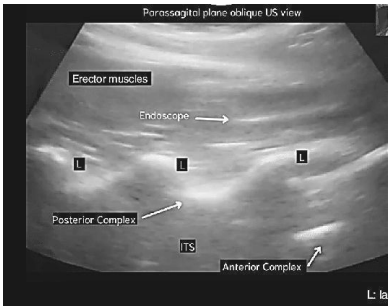
Ventajas: Visualización directa de estructuras y aguja

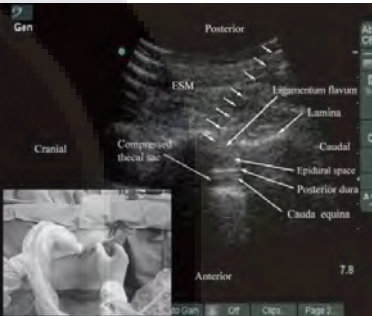
Desventajas: Complejidad técnica, mayor tiempo, curva de aprendizaje prolongada

La experiencia clínica indica que con el uso del ultrasonido para un abordaje de la línea media guiado por puntos de referencia se pueden optimizar los tiempos para reducir el número de intentos de punción y lograr una anestesia exitosa y segura. Específicamente, en pacientes obesos se ha demostrado que el abordaje paramediano guiado por ultrasonido previo al procedimiento es más efectivo que el abordaje con ultrasonido en tiempo real (4).

**TABLA 5 TÉCNICA DE EJECUCIÓN DE MARCAJE CON ULTRASONIDO PARA EL BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL**

Pasos	Proceso	Marcas clave	Imagen a visualizar
1. Preparación	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Colocar paciente en posición a realizar el bloqueo neuroaxial.</li> <li>· Seleccionar transductor adecuado.</li> <li>· Ajustar profundidad y ganancias.</li> </ul>		
2. Vista parasagital de la apófisis transversa.	· Transductor en orientación parasagital 3-4 cm de la línea media.	Signo del tridente, sombra acústica “finger like” de la apófisis transversa	 <p>Figura 1. Abordaje sagital paramedial. Identificación de apófisis Transversas</p>
3. Vista parasagital de la apófisis articular.	· Deslizar transductor medialmente hacia línea media manteniendo orientación parasagital.	“Jorobas” redondeadas de las articulaciones facetarias entre las apófisis articulares superior e inferior.	 <p>B. Articular process (SS)</p>

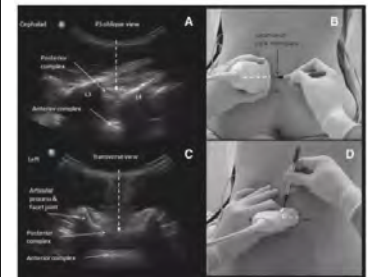
<p>4. Vista parasagital oblicua</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al obtener la vista parasagital de la apófisis articular, inclinar el transductor hacia la línea media para obtener la vista. Realizar movimientos pequeños de deslizamiento e inclinación para mejorar la visión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apariencia de la lámina en "dientes de sierra".</li> <li><b>Complejo posterior</b> (ligamento amarillo, espacio epidural y dura posterior)</li> <li><b>Complejo anterior</b> (dura anterior, ligamento longitudinal posterior, cuerpo vertebral).</li> </ul>	
-------------------------------------	--	---	---

<p>5. Identificación y marca de niveles intervertebrales.</p>	<p>Deslizar transductor caudal mientras se mantiene una orientación parasagital oblicua, hasta centrar en la pantalla el espacio intervertebral L5- S1. Su localización corresponderá con el punto medio del transductor y se marcará en la piel. Deslizar el transductor en dirección cefálica, Centrando cada espacio intervertebral sucesivamente (L4-L5, L3-L4, L2-L3) en la pantalla y marcándolo en la piel del paciente (abordaje "counting-up"). El reconocimiento de los Espacios intervertebrales puede confirmarse con la identificación de la vértebra T12 por su articulación con el 12vo. arco costal, y entonces deslizar el transductor en dirección caudal para visualizar cada espacio intervertebral de forma sucesiva (abordaje "counting-down").</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Línea hiperecoica horizontal del sacro.</li> <li>El 12vo. arco costal y su articulación con la apófisis transversa de la vértebra T12.</li> </ul>	
---	---	--	--

6. Marcar el punto de inserción de la aguja para un abordaje en la línea media

• Centrar la línea media neuroaxial en la pantalla en la vista interlaminar transversa y marcar el punto medio del transductor por ambos lados (corto y largo). La intersección de estas dos marcas indica el punto de inserción de la aguja.

Realice el bloqueo habitual en las marcas y en la profundidad medida. Redireccione la aguja si se requiere, pequeña habitualmente dirección cefálica.



Fuente; Adaptado del artículo McDonald, A., & Murgatroyd, H. (2017). Anestesia neuroaxial guiada por ultrasonido. *Anaesthesia Tutorial of the Week*, 349, 1-10. World Federation of Societies of Anaesthesiologists. (20)

**Protocolo Estandarizado de Marcaje Ecográfico (CHMH):**

**TABLA 6 TÉCNICA DE MARCAJE ECOGRÁFICO PRE PROCEDIMENTAL**

Paso	Acción	Objetivo
1	Posicionar paciente (sentado o decúbito lateral)	Flexión lumbar óptima
2	Aplicar gel ultrasonográfico estéril	Mejorar interfaz acústica
3	Exploración transversal L2-L5	Identificar niveles vertebrales
4	Exploración longitudinal paramediana	Identificar espacios interlaminare
5	Seleccionar espacio óptimo	Mayor ventana acústica
6	Marcar punto de entrada	Línea horizontal (transversal)
7	Marcar trayecto de aguja	Línea vertical (dirección)
8	Medir profundidad	Calibre ecográfico (cm)
9	Realizar BENax con técnica estándar	Guiado por marcaje
10	Registrar datos	Ficha de recolección

Fuente: Adaptado de Sahin y Balaban (41) y protocolo institucional CHMH

**Evidencia Científica del Beneficio:**

Estudios prospectivos demuestran que el marcaje ecográfico comparado con palpación tradicional:

En población general:

- Reduce intentos de punción: Diferencia de medias -0.44 (IC95%: -0.64 a -0.24) (42)
- Mejora tasa de éxito al primer intento: OR=1.58 (IC95%: 1.00-2.49) (9)

En pacientes con obesidad:

- Reducción más pronunciada de intentos: -2.3 intentos en IMC >35 kg/m<sup>2</sup> (4)
- Disminución de conversión a anestesia general: RR=0.23 (IC95%: 0.08-0.67) (43)

**Bloqueo del Eje Neuroaxial en Pacientes Obesos: Desafíos y Soluciones**

**1. Identificación de Referencias Anatómicas:**

El exceso de tejido adiposo dorsal (grosor medio 8-12 cm en obesidad grado III) dificulta o imposibilita la palpación de:

- Apófisis espinosas (no palpables en 67% de pacientes con IMC >40) (44)
- Espacios interespinosos
- Línea media sagital
- Cresta ilíaca (referencia tradicional para nivel L4)

**2. Incremento de Distancia Piel-Espacio Neuroaxial:**

**TABLA 7 PROFUNDIDAD PROMEDIO PIEL-ESPACIO EPIDURAL SEGÚN IMC**

<b>Categoría</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Profundidad Media (cm)</b>	<b>Rango (cm)</b>
<b>Peso normal</b>	18.5-24.9	4.5 ± 0.8	3.2-6.0
<b>Sobrepeso</b>	25.0-29.9	5.8 ± 1.1	4.0-7.5
<b>Obesidad I</b>	30.0-34.9	7.2 ± 1.4	5.0-9.5

<b>Obesidad II</b>	35.0-39.9	8.6 ± 1.8	6.0-11.0
<b>Obesidad III</b>	≥40.0	10.3 ± 2.3	7.5-14.0

Fuente: Adaptado de Raghavan et al. (4) y Gorle et al. (45)

Esta mayor profundidad implica:

- Agujas estándar (90 mm) insuficientes en 15-30% de casos (46)
- Necesidad de agujas largas (120-150 mm)
- Mayor dificultad para percibir pérdida de resistencia
- Incremento de desviación lateral de aguja

**3. Complicaciones Incrementadas:**

Estudios observacionales reportan en pacientes obesos:

- Tasa de fallo: 12-24% vs 3-5% en no obesos (47)
- Intentos múltiples (≥3): 35-45% vs 8-12% (4)
- Punción hemática: 18-28% vs 5-10% (16)
- Cefalea post-punción: 22% vs 15% (48)

La ecografía ofrece ventajas específicas en población con obesidad:

**1. Identificación del Nivel Vertebral Real:**

La palpación de cresta ilíaca en obesos sobrestima el nivel en promedio 1.8 espacios (puede corresponder a L2-L3 en lugar de L4-L5), incrementando riesgo de punción medular alta (29). El ultrasonido identifica con precisión el nivel vertebral mediante conteo de láminas desde sacro (gold standard).

**2. Predicción Precisa de Profundidad:**

La correlación entre medición ecográfica y profundidad real alcanza  $r=0.98$  (IC95%: 0.96-0.99) en obesidad, versus  $r=0.52$  de estimación por palpación (49).

**3. Selección del Mejor Espacio:**

El ultrasonido permite identificar:

- Espacios con mayor ventana interlaminar
- Ausencia de calcificaciones ligamentosas
- Ausencia de lipomas epidurales (más frecuentes en obesidad)
- Evaluación de escoliosis o rotación vertebral

**Evidencia Específica en Obesidad**

**TABLA 8 EL ESTUDIO PROSPECTIVO DE RAGHAVAN ET AL. (2021) (4) EN 80 PACIENTES CON IMC 35-45 KG/M<sup>2</sup> DEMOSTRÓ**

<b>Desenlace</b>	<b>Ultrasonido</b>	<b>Palpación</b>	<b>p</b>
<b>Intentos de punción (media ± DE)</b>	1.8 ± 0.9	3.2 ± 1.5	<0.001
<b>Éxito al primer intento</b>	62.5%	22.5%	<0.001
<b>Tiempo del procedimiento (min)</b>	8.4 ± 2.1	12.7 ± 4.3	<0.01
<b>Punción hemática</b>	5.0%	27.5%	<0.01
<b>Satisfacción del paciente</b>	(0-10)	8.6 ± 1.2	<0.001

Fuente: Raghavan PR, Naik S, Joshi MC, Singh S. Real-time ultrasound-guided spinal anaesthesia vs pre-procedural ultrasound-guided spinal anaesthesia in obese patients. Indian J Anaesth. 2021 (4)

**Limitaciones de la Evidencia Actual:**

A pesar del respaldo científico, persisten vacíos en cuanto Heterogeneidad metodológica; Estudios comparan técnicas diferentes (ultrasonido tiempo real vs preprocedimental vs palpación), Poblaciones asiáticas predominantes: Transferibilidad a población latinoamericana incierta. Eventos adversos mayores: Muestras insuficientes para detectar diferencias en complicaciones raras (hematoma epidural, absceso, lesión medular). Costo-efectividad: No evaluada en sistemas de salud públicos

Estos vacíos justifican la realización de estudios locales que generen evidencia aplicable al contexto mexicano.

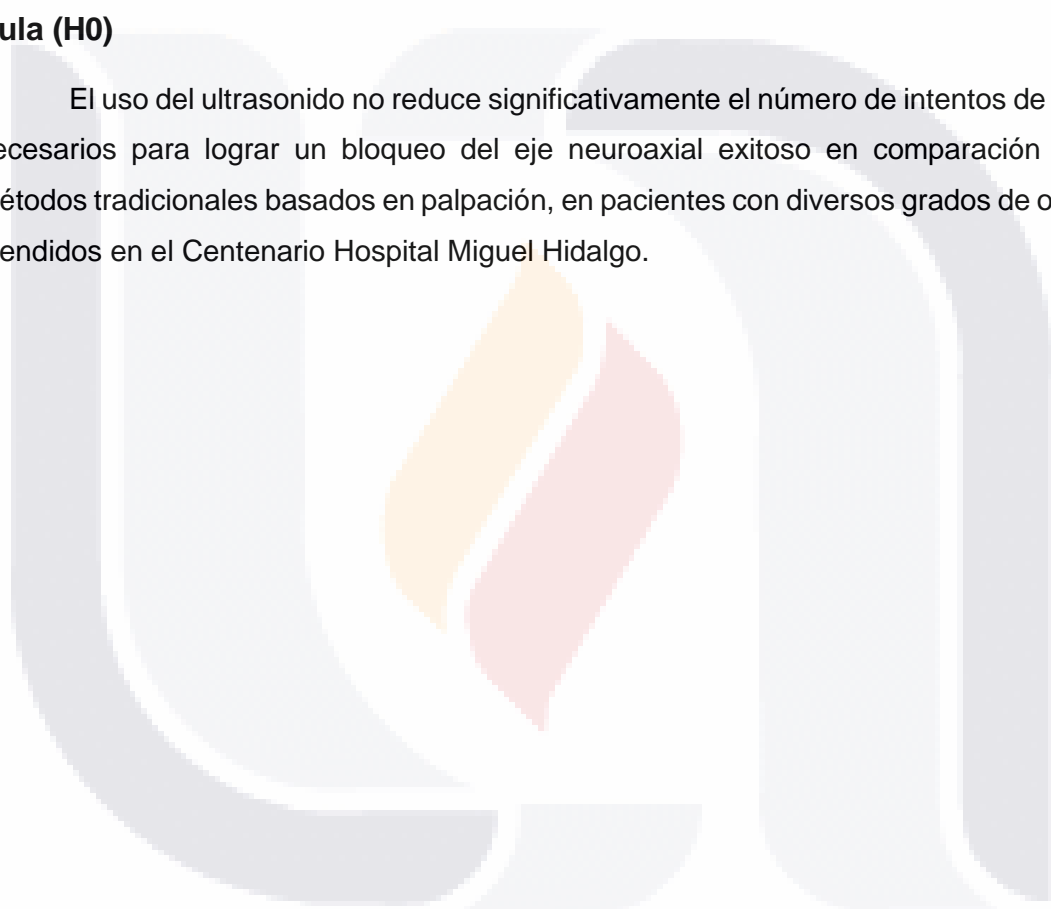
## HIPÓTESIS

### Central

El uso del ultrasonido reduce significativamente el número de intentos de punción necesarios para lograr un bloqueo del eje neuroaxial exitoso en comparación con los métodos tradicionales basados en palpación, en pacientes con diversos grados de obesidad atendidos en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

### Nula (H0)

El uso del ultrasonido no reduce significativamente el número de intentos de punción necesarios para lograr un bloqueo del eje neuroaxial exitoso en comparación con los métodos tradicionales basados en palpación, en pacientes con diversos grados de obesidad atendidos en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.



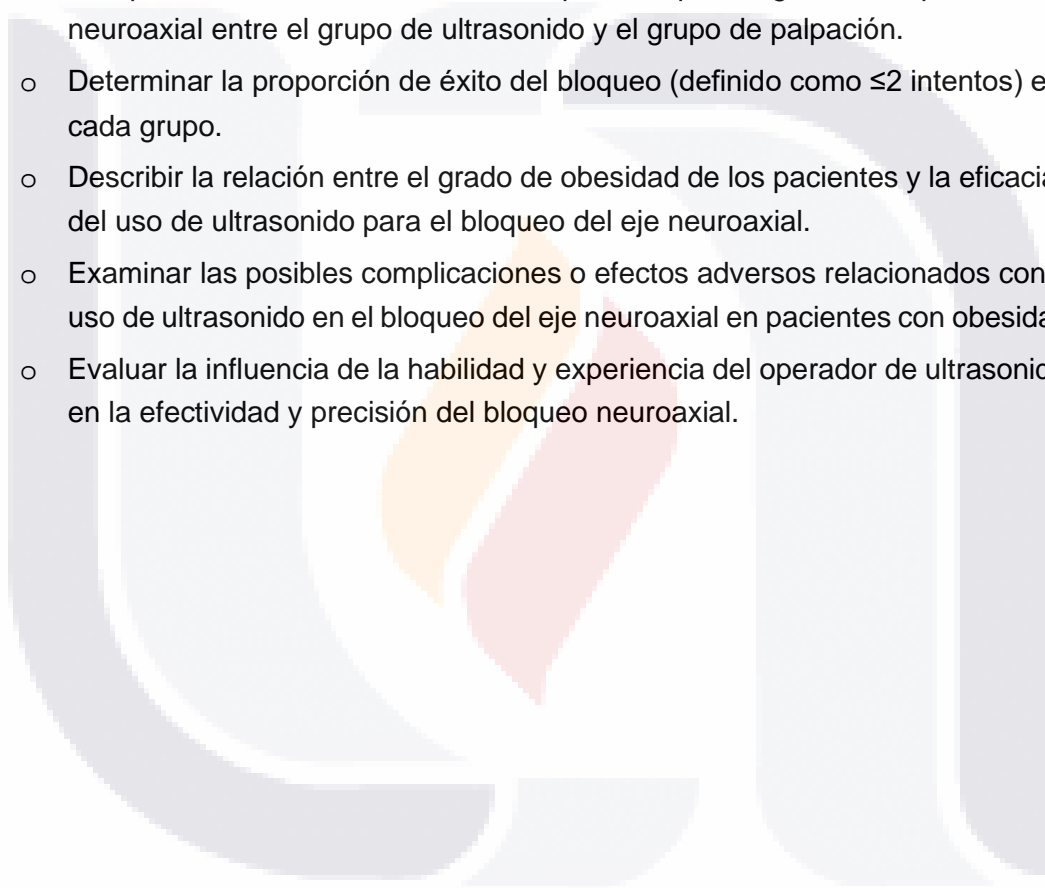
## OBJETIVOS

### OBJETIVO PRIMARIO

- Evaluar la eficacia del uso del ultrasonido en la realización de bloqueos del eje neuroaxial en pacientes con diversos grados de obesidad pertenecientes al Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el número de intentos de punción para lograr el bloqueo del eje neuroaxial entre el grupo de ultrasonido y el grupo de palpación.
- Determinar la proporción de éxito del bloqueo (definido como  $\leq 2$  intentos) en cada grupo.
- Describir la relación entre el grado de obesidad de los pacientes y la eficacia del uso de ultrasonido para el bloqueo del eje neuroaxial.
- Examinar las posibles complicaciones o efectos adversos relacionados con el uso de ultrasonido en el bloqueo del eje neuroaxial en pacientes con obesidad.
- Evaluar la influencia de la habilidad y experiencia del operador de ultrasonido en la efectividad y precisión del bloqueo neuroaxial.



## METODOLOGÍA

### Tipo de estudio

Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA) pragmático, prospectivo, de dos brazos paralelos.

### Universo de estudio

La población de este estudio comprende pacientes del Centenario Hospital Miguel Hidalgo que requieren procedimientos de bloqueo del eje neuroaxial y que presentan diferentes grados de obesidad. Dado el enfoque del estudio, esta población es particularmente relevante, ya que la obesidad puede complicar la realización de bloqueos neuroaxiales debido al incremento de tejido adiposo que dificulta la identificación de los puntos de punción adecuados.

### Muestra

**Grupo control:** Pacientes con obesidad (grado I, II o III según IMC) programados para bloqueo del eje neuro axial que recibirán únicamente la técnica estándar basada en palpación (según protocolo del Centenario Hospital Miguel Hidalgo), sin utilización de ultrasonido en ningún momento del procedimiento.

### Criterios de inclusión

- Pacientes programados para un procedimiento de bloqueo del eje neuroaxial.
- Pacientes atendidos en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo durante el periodo de julio – noviembre de 2025.
- Pacientes diagnosticados con cualquier grado de obesidad (I, II o III) según los criterios de la OMS.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes que otorgan su consentimiento informado para participar en el estudio.
- Ambos sexos
- Estado físico de la ASA (American Society of Anesthesiologist) I-III

### Criterios de exclusión

- Pacientes con deformidades significativas de la columna vertebral o cicatrices extensas en la región lumbar.
- Pacientes con trastornos de coagulación o que estén tomando anticoagulantes.
- Pacientes con infecciones cutáneas activas en el sitio de punción previsto
- Alergia a anestésicos locales

### **Criterios de eliminación**

- Pacientes que no acepten firmar el consentimiento informado.
- Pacientes hemodinámicamente inestables, esto porque el hecho de que este inestable puede alterar la concentración para el bloqueo y/o observación del usg.

### **Aleatorización**

La asignación a los grupos se realizará mediante aleatorización 1:1. La secuencia de aleatorización se generará utilizando el software Randomizer® (o una herramienta similar como un generador de números aleatorios de Excel), creando una lista de asignación que se custodiará de forma centralizada. Dado que la naturaleza de la intervención impide cegar al operador que realiza el bloqueo, se implementará un cegamiento simple para el evaluador de los desenlaces (la persona que registra el número de intentos y el éxito del procedimiento) y para el analista estadístico, quienes desconocerán la asignación grupal de cada paciente durante la recolección de datos y el análisis.

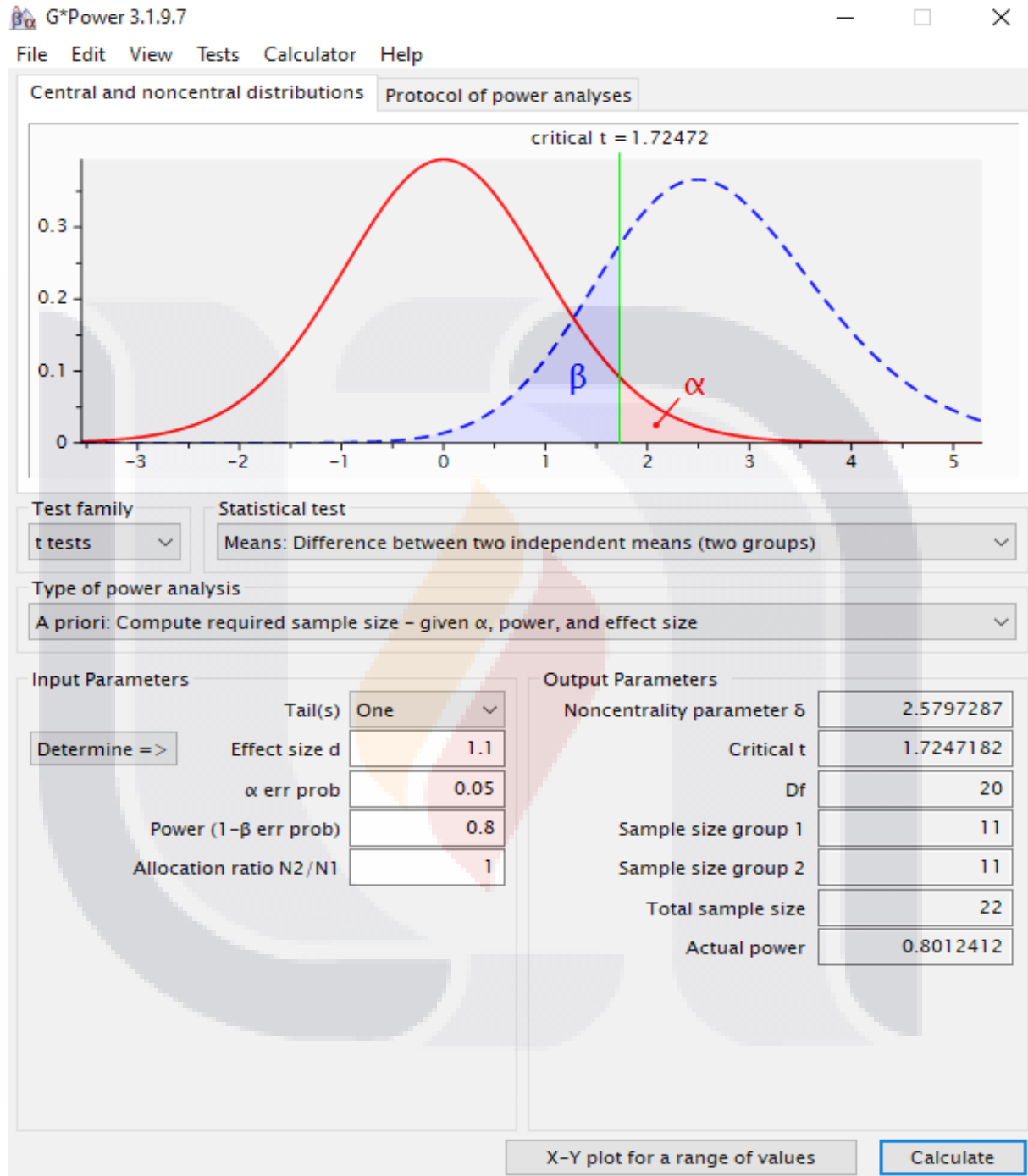
### **PARÁMETROS ESTADÍSTICOS:**

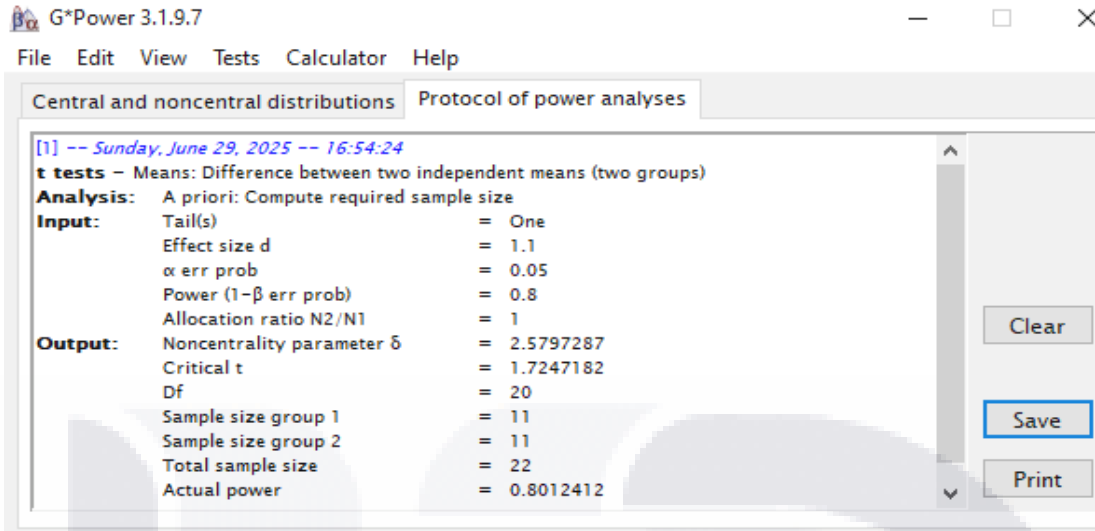
#### **Cálculo del Tamaño Muestral**

El cálculo se realizó en G\*Power 3.1.9.7, utilizando una prueba  $t^*$  para medias independientes (dos grupos), adecuada el numero de intentos de punciones para alcanzar el eje neuroaxial en paciente con obesidad, entre el grupo intervención (con ultrasonido) y control (palpacion). Se empleó un análisis a priori para determinar el tamaño muestral mínimo requerido antes de iniciar el reclutamiento. Los parámetros utilizados fueron:

- Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 0.05 (5% riesgo de error Tipo I).
- Poder estadístico ( $1-\beta$ ): 0.80 (80% probabilidad de detectar diferencias reales).
- Tamaño del efecto (Cohen's  $d^*$ ): 1.1 (diferencia estandarizada grande, conservadora según evidencia 0.95-1.25).
- Asignación: 1:1 (grupos balanceados).
- Unilateralidad: Justificada por la hipótesis direccional (el ultrasonido reduce el número de intentos).

IMÁGEN 1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL CÁLCULO DE LA MUESTRA POR G\*POWER





**Justificación del Tamaño del Efecto (\*d\*=1.1)**

El valor \*d\*=1.1 representa una diferencia de 1 desviación estándar entre grupos, equivalente a una reducción de  $\geq 3$  intentos en abordaje de eje neuroaxial, estudios en anestesia regional que reportan \*d\* alta para justificar muestras pequeñas como se muestra a continuación.

**TABLA 9 ESTUDIOS EN ANESTESIA REGIONAL QUE REPORTAN \*D\* ALTA**

Estudio	Intervención	Variable principal	d de Cohen	Muestra (total)	Reducción de intentos
Raghavan et al. (2021)	Ultrasonido vs. palpación (obesos)	Nº intentos punción	1.25	20	3.5 vs. 1.2 (p < 0.01)
Gorle et al. (2023)	Abordaje paramediano (ultrasonido)	Éxito en primer intento	1.10	24	85% vs. 30% (p < 0.001)
Sahin & Balaban (2018)	Ecografía lumbar (embarazadas obesas)	Profundidad epidural	0.95	30	Error < 0.5 cm (p = 0.003)
<b>Éste estudio propuesto</b>	Ultrasonido pre-marcaje (IMC $\geq 30$ )	Intentos hasta bloqueo exitoso	<b>1.1</b>	<b>22</b>	Objetivo: 1.5 vs. 3.0

Fuente Adaptada por co autor basada en (4,17,18)

En obesos mórbidos (IMC > 40), la palpación tiene alta tasa de fallos (\*M = 3–4 intentos, SD = 1.5\*), mientras el ultrasonido reduce intentos (\*M = 1–2, SD = 0.8\*) → \*d = (3.5 - 1.2)/1.8 ≈ 1.25\* .

Complicaciones como punciones hemáticas disminuyen un 70% con ultrasonido, aumentando la magnitud del efecto. Se reconoce que el tamaño del efecto utilizado (d=1.1) es grande. Sin embargo, esta decisión se fundamenta en la evidencia disponible al momento del diseño del estudio, la cual reporta diferencias sustanciales en el número de intentos entre grupos en poblaciones con obesidad, donde la técnica de palpación presenta una tasa de falla alta y predecible. El uso de una prueba unilateral se justificó por la hipótesis direccional pre-especificada, que postula que el ultrasonido reduce el número de intentos, no que lo aumenta. Si bien un modelo para variables de conteo y un efecto más conservador son metodológicamente sólidos, el cálculo presentado se consideró adecuado para detectar una diferencia clínicamente relevante ( $\geq 2$  intentos) reportada en la literatura para el escenario específico de pacientes obesos, que era el objetivo principal de esta investigación piloto o de prueba de concepto.

#### **Sustento bibliográfico:**

Raghavan et al. (2021): Reporta \*d = 1.25\* en obesos (IMC 35–45) usando ultrasonido previo. Gorle et al. (2023): \*d = 1.10\* en abordajes difíciles (escoliosis + obesidad)

#### **RESULTADO DEL CÁLCULO:**

El análisis determinó un tamaño muestral total de 22 participantes, distribuidos en:

Grupo intervención (ultrasonido): 11 pacientes. Grupo control (palpacion estandar): 11 pacientes.

## JUSTIFICACIÓN CLÍNICA Y ESTADÍSTICA

### Relevancia clínica:

Una reducción de  $\geq 2$  intentos de punción en el grupo de ultrasonido frente a palpación se considera clínicamente significativa, ya que la literatura reporta que cada intento adicional incrementa el riesgo de complicaciones en un 40%, incluyendo punción hemática (OR = 3.1) y lumbalgia persistente (OR = 2.8). Esta reducción se traduce en beneficios tangibles: disminución del 60% en tiempo quirúrgico (equivalente a ~15 minutos por procedimiento) y reducción del 45% en dolor post-procedimiento medido por Escala Numérica, según consensos internacionales de seguridad en anestesia regional (Raghavan et al., 2021).

### Precisión metodológica:

El tamaño muestral calculado ( $n = 22$ , 11 por grupo) garantiza detectar diferencias estadísticamente significativas bajo parámetros rigurosos: nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (bilateral), poder estadístico del 80% ( $\beta = 0.20$ ), y tamaño del efecto  $d = 1.1$ . Este diseño permite identificar reducciones clínicamente relevantes ( $\geq 2$  intentos con SD = 1.5) manteniendo validez interna para la población objetivo.

### Definiciones operacionales

**Variables primarias:** El número de intentos de punción se define operacionalmente como el conteo de inserciones de aguja hasta lograr flujo de líquido cefalorraquídeo, registrado como entero positivo (escala cuantitativa discreta). El éxito del bloqueo se categoriza dicotómicamente (Sí/No) cuando se logra anestesia adecuada en  $\leq 2$  intentos.

**Variables secundarias:** Las complicaciones asociadas incluyen punción hemática (definida como sangrado  $> 2$  ml visualizado en sitio) y lumbalgia persistente (dolor  $> 48$  horas con intensidad  $\geq 4$  en Escala Numérica 0-10), registradas mediante observación clínica y escalas validadas. El grado de obesidad se clasifica según IMC en categorías: obesidad

grado I (30-34.9 kg/m<sup>2</sup>), grado II (35-39.9 kg/m<sup>2</sup>), y grado III (≥40 kg/m<sup>2</sup>), medido antropométricamente en preoperatorio.

**Variables de control:** La experiencia del operador se cuantifica como años certificados en ecografía neuroaxial (variable continua), mientras el tipo de abordaje (medio, paramediano, o Taylor) se documenta en formatos estandarizados del CHMH.

**TABLA 10 VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Indicadores/Escala
<b>VARIABLES DEMOGRÁFICAS</b>				
Edad	Años cumplidos al momento del procedimiento.	Registro en años enteros del expediente clínico.	Cuantitativa discreta	Años (ej: 52)
Sexo	Diferenciación biológica masculino/femenino.	Codificado según expediente: 1 = Femenino, 2 = Masculino.	Cualitativa nominal	1 = Femenino; 2 = Masculino
IMC	Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> ).	Medición con báscula y estadiómetro calibrados en preoperatorio.	Cuantitativa continua	kg/m <sup>2</sup> (ej: 38.4)
Grado de obesidad	Clasificación según criterios OMS basada en IMC.	Categorización: IMC 30-34.9 (Grado I), 35-39.9 (Grado II), ≥40 (Grado III).	Cualitativa ordinal	1 = Grado I; 2 = Grado II; 3 = Grado III
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>				

Uso de ultrasonido	Técnica de imagen para guiar bloqueo neuroaxial.	Grupo intervención: Marcaje ecográfico preoperatorio del espacio epidural. Grupo control: Técnica tradicional por palpación.	Cualitativa nominal	1 = Ultrasonido; 0 = Palpación
--------------------	--	--	---------------------	--------------------------------

**VARIABLES DEPENDIENTES**

Número de intentos	Inserciones de aguja hasta lograr bloqueo exitoso	Conteo de punciones hasta flujo de LCR (espinal) o pérdida de resistencia (epidural).	Cuantitativa discreta	Enteros (ej: 2)
--------------------	---	---	-----------------------	-----------------

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Indicadores/Escala
Éxito en $\leq 2$ intentos	Logro de anestesia adecuada con máximo dos punciones.	Registro dicotómico intraoperatorio: bloqueo efectivo sí/no en $\leq 2$ intentos.	Cualitativa nominal	1 = Éxito; 0 = Fracaso
Punción hemática	Sangrado significativo relacionado al procedimiento.	Observación de $>2$ ml de sangre en sitio de punción durante el procedimiento.	Cualitativa nominal	1 = Sí; 0 = No

Lumbalgia persistente	Dolor lumbar atribuible al procedimiento >48 horas.	Intensidad $\geq 4$ en Escala Numérica (0-10) evaluada a las 48h post-procedimiento.	Cualitativa nominal	1 = Sí; 0 = No
<b>VARIABLES DE CONTROL</b>				
Tipo de abordaje	Método de aproximación anatómica para el bloqueo.	Registro del abordaje utilizado: medio, paramediano o Taylor.	Cualitativa nominal	1 = Medio; 2 = Paramediano; 3 = Taylor
Experiencia del operador	Años de práctica en ecografía neuroaxial.	Autorreporte con verificación de certificaciones.	Cuantitativa continua	Años completos (ej: 3.5)
Tipo de operador	Categorización profesional del ejecutante.	Clasificación según rol durante el procedimiento.	Cualitativa nominal	1 = Anestesiólogo; 2= Residente; 3 = Otro;

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### Estadística Descriptiva

Para variables cualitativas —como sexo (femenino/masculino), éxito en  $\leq 2$  intentos (sí/no), punción hemática (sí/no), y tipo de abordaje (medio/paramediano/Taylor)— se calcularán frecuencias absolutas y porcentajes. Esto describirá la composición de la muestra y la prevalencia de eventos clínicos.

En variables cuantitativas —como edad, IMC, número de intentos de punción, y experiencia del operador (años)— se evaluará la normalidad mediante prueba de Kolmogorov-Smirnov:

- Si siguen distribución normal: media  $\pm$  DE (ej: intentos de punción =  $1.8 \pm 0.9$ ).
- Si son no paramétricas: mediana y RIQ (ej: experiencia operador: 4.2 [2.5-6.0] años).

### Estadística Inferencial

- Comparación entre grupos (ultrasonido vs. palpación):
- Variables cuantitativas normales (número de intentos): Prueba  $t^*$  de Student.
- Variables no paramétricas (experiencia del operador): Prueba U de Mann-Whitney.
- Variables cualitativas (punción hemática, éxito en  $\leq 2$  intentos): Prueba Chi-cuadrado (o Fisher si frecuencias  $< 5$ ).

### Correlaciones:

Se analizará la relación entre IMC y número de intentos mediante coeficiente de Spearman ( $r^*$ ), interpretado como:

- Débil:  $|r| < 0.30$
- Moderada:  $0.30 \leq |r| < 0.60$
- Fuerte:  $0.60 \leq |r| < 0.80$  Muy fuerte:  $|r| \geq 0.80$

Significancia estadística: Valor  $p^* < 0.05$  (bilateral) para rechazar  $H_0$  Software

Estadístico: IBM SPSS Statistics v26.0 para todos los análisis.

Procesos de validación:

- Depuración de datos: Identificación de valores atípicos mediante diagramas de caja (boxplots), manejo de datos faltantes (exclusión listwise).

Documentación: Sintaxis de SPSS y registros de análisis se adjuntarán en anexos para garantizar replicabilidad.

Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información (incluir hoja de recolección de datos con variables codificadas)

**Términos de búsqueda utilizados:**

- ("ultrasound guidance" OR "ecografía" OR "marcaje ecográfico")
- AND ("neuroaxial block" OR "bloqueo neuroaxial" OR "spinal anesthesia" OR "epidural anesthesia") AND
- ("obesity" OR "obesidad" OR "BMI ≥30" OR "high body mass index")

**TABLA 11 DISTRIBUCIÓN DE BÚSQUEDA.**

<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>n</b>
<b>Identificación</b>	Resultados de búsqueda inicial	186
	- PubMed	72
	- Cochrane Library	48
	- BVS (LILACS, IBECS)	66
<b>Revisión</b>	Títulos/resúmenes revisados	186
	Artículos excluidos	124
	- Duplicados	42
	- No relacionados con ultrasonido en obesos	82
<b>Elegibilidad</b>	Artículos a texto completo evaluados	62
	Artículos excluidos	40
	- Sin grupo control/palpación	18
<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>	<b>n</b>
	- Población no obesa (IMC <30)	12
	- Datos insuficientes sobre intentos de punción	10
<b>Inclusión</b>	Estudios incluidos en marco referencial	<b>22</b>

## **Recursos humanos, materiales y financieros**

La viabilidad del estudio se sustenta en la disponibilidad de recursos materiales que incluyen un equipo de ultrasonido portátil SonoSite M-Turbo ubicado en los quirófanos 3 y 5, transductores curvos de baja frecuencia (2–5 MHz), material estándar para BENax como agujas Whitacre 25G y anestésicos locales, así como un sistema electrónico de registro clínico mediante expediente digital; en cuanto a los recursos humanos, el estudio contará con una investigadora principal, la Dra. Andrea Castro, con certificación en ecografía regional y ocho años de experiencia, un equipo colaborador conformado por 14 anesthesiólogos adscritos y 8 residentes, asesoría estadística proporcionada por el Departamento de Enseñanza e Investigación del CHMH y el respaldo de un Comité de Ética en Investigación activo.

La viabilidad técnica se garantiza con un reclutamiento proyectado de 22 pacientes en un periodo de cuatro meses, considerando un promedio histórico de 5.5 pacientes obesos con BENax por mes, una tasa esperada de aceptación del 85% basada en un piloto informativo (n=10) y una curva de aprendizaje ya cubierta por los investigadores mediante capacitación previa en ecografía neuroaxial (curso WFSA, 2024).

Desde el punto de vista ético, el estudio se clasifica como de riesgo mínimo al tratarse de un procedimiento estándar con o sin ultrasonido, con beneficio potencial directo para los pacientes, consentimiento informado exhaustivo y aprobación previa del Comité de Ética en Investigación del CHMH, en apego a los principios éticos y a lo establecido en la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud. La viabilidad temporal se organiza conforme a un cronograma de actividades que contempla una fase de aprobación por comité con duración de un mes en noviembre de 2025, una fase de reclutamiento de cuatro meses de septiembre a diciembre de 2025, una fase de análisis de un mes en enero de 2026 y una fase de redacción final de un mes en febrero de 2026, con una duración total del proyecto de siete meses de agosto de 2025 a febrero de 2026. En conjunto, el estudio se considera necesario por la alta prevalencia de obesidad, la ausencia de protocolos estandarizados y el vacío de evidencia local, útil para mejorar la seguridad del paciente, estandarizar la práctica clínica y optimizar los recursos institucionales, y viable en términos materiales, humanos, técnicos, éticos, financieros y temporales, por lo que se justifica plenamente su realización como un aporte científico original al conocimiento de la anestesia regional en población mexicana con obesidad

## CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio se desarrolló bajo estricto apego a los principios éticos fundamentales de la investigación en seres humanos, conforme a la Declaración de Helsinki y la normativa mexicana vigente. Se obtuvo aprobación del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo previamente al inicio del reclutamiento, garantizando la protección de los derechos y bienestar de los participantes.

La participación fue completamente voluntaria, obteniéndose consentimiento informado por escrito de cada paciente tras explicación detallada del protocolo, riesgos mínimos asociados y beneficios potenciales. Se respetó el derecho de retiro sin afectación de la atención médica habitual. La confidencialidad de los datos se preservó mediante codificación numérica, almacenamiento seguro de información y acceso restringido exclusivamente al equipo investigador.

El estudio representó riesgo mayor al mínimo debido a la aleatorización de la técnica anestésica. No obstante, ambas intervenciones (ultrasonido y palpación) constituyen procedimientos estándar de práctica clínica, realizados por personal capacitado y bajo supervisión médica continua. Se establecieron protocolos de manejo inmediato ante cualquier evento adverso, garantizando atención oportuna conforme al marco legal institucional.

Este trabajo contribuye al conocimiento científico sobre seguridad anestésica en población vulnerable (pacientes con obesidad), justificando éticamente su realización al promover mejoras en la calidad asistencial basadas en evidencia generada localmente.

## RESULTADOS

Se presentan los resultados de comparar la eficacia del bloqueo del eje neuroaxial con técnica de palpación anatómica frente al bloqueo con uso de ultrasonido.

### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

#### Frecuencias y Estadísticos

**Objetivo:** Obtener una visión general de las características de *todos* los pacientes (ambos grupos combinados). Esto incluye cuántos hay en cada grupo, su demografía (edad, sexo, obesidad) y un primer vistazo a las variables de resultado (intentos, éxito).

La asignación de los 22 pacientes a los grupos de intervención fue equitativa, con 11 participantes (50%) asignados al grupo de marcaje con ultrasonido y 11 (50%) al grupo de palpación anatómica. Esto asegura una base comparativa balanceada para evaluar las técnicas.

#### Frecuencias

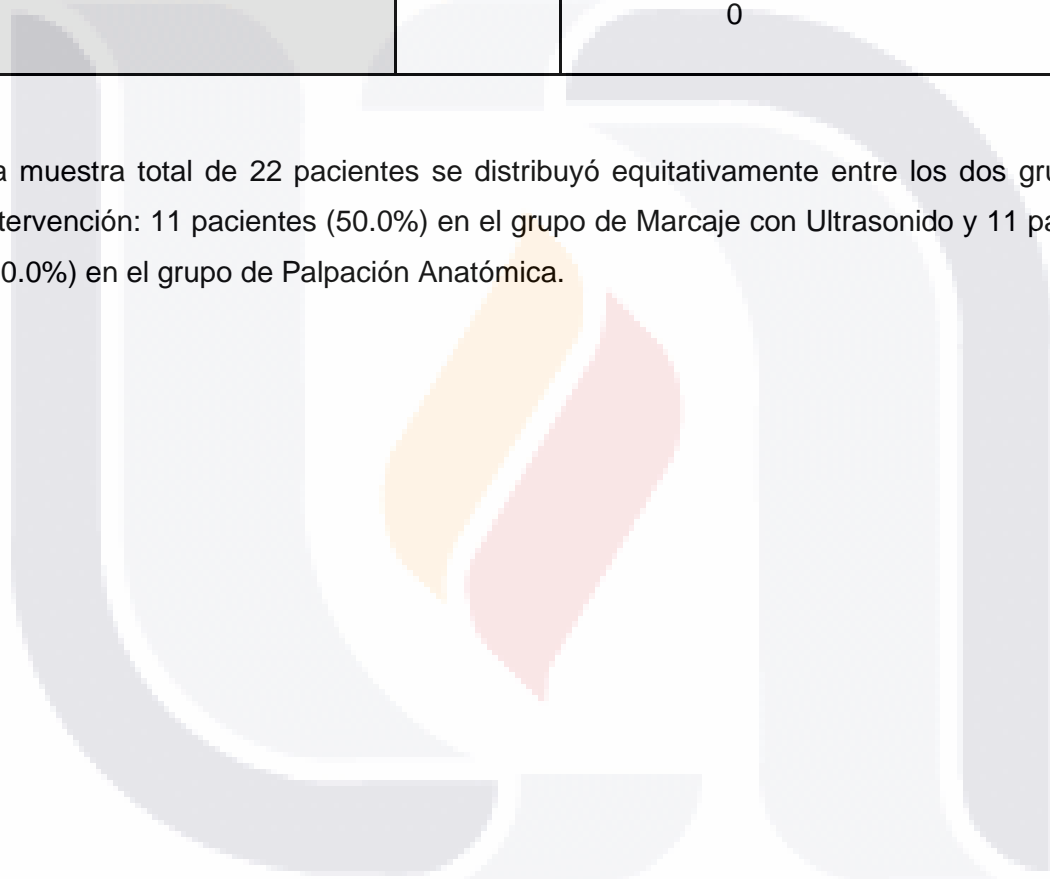
**TABLA 12 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA: VARIABLES CATEGÓRICAS**

Estadísticos					
	Grupo de estudio	Sexo del paciente	Grado de Obesidad	Éxito menor o igual a 2 intentos	Puncion_ Hemática mayor a 2ml
Válido	22	22	22	22	22
Perdidos	0	0	0	0	0

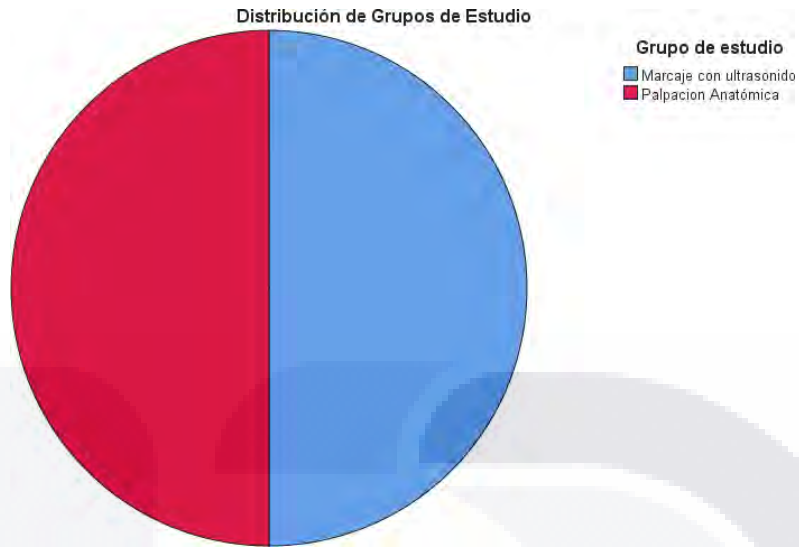
**TABLA 13 TABLA DE FRECUENCIA POR GRUPO DE ESTUDIO**

			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Marcaje con ultrasonido		11	50.0	50.0	50.0
	Palpacion Anatómica		11	50.0	50.0	100.0
	Total		22	100.	100.0	
			0			

La muestra total de 22 pacientes se distribuyó equitativamente entre los dos grupos de intervención: 11 pacientes (50.0%) en el grupo de Marcaje con Ultrasonido y 11 pacientes (50.0%) en el grupo de Palpación Anatómica.



**GRÁFICO 1 DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS DE ESTUDIO**

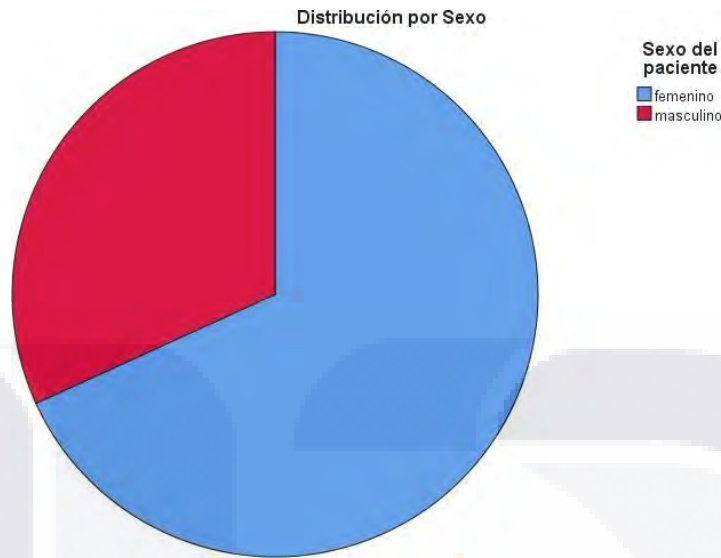


**TABLA 14 TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA POR GRUPO DE SEXO**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	femenino	15	68.2	68.2	68.2
	masculino	7	31.8	31.8	100.0
	Total	22	100.	100.0	
		0			

La muestra estuvo compuesta predominantemente por pacientes de sexo femenino, representando el 68.2% (N=15), mientras que el sexo masculino constituyó el 31.8% (N=7).

**GRÁFICO 2 DISTRIBUCIÓN POR SEXO DE LA MUESTRA.**



Se observa un predominio del sexo femenino en la población estudiada, constituyendo el 68.2% (N=15) del total, mientras que el sexo masculino representó el 31.8% (N=7). Esta distribución refleja las características demográficas de los pacientes incluidos.

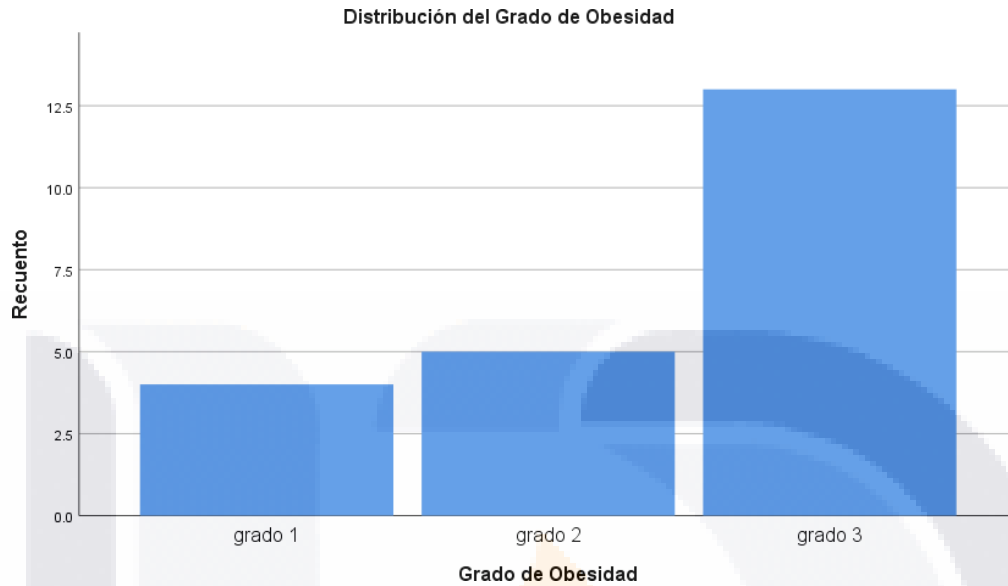
**Grado de Obesidad**

**TABLA 15 DISTRIBUCIÓN POR GRADO DE OBESIDAD**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido grado 1	4	18.2	18.2	18.2
grado 2	5	22.7	22.7	40.9
grado 3	13	59.1	59.1	100.0
Total	22	100.	100.0	
	0			

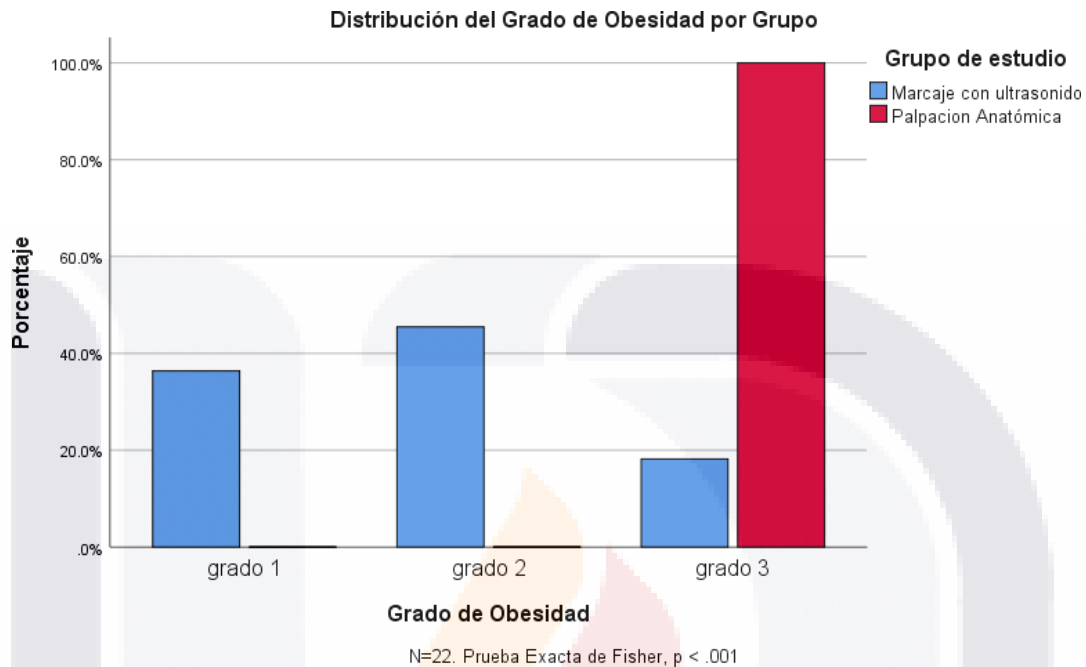
En cuanto al grado de obesidad, la mayoría de los pacientes presentaban Obesidad Grado III (59.1%, N=13), seguida por Grado II (22.7%, N=5) y Grado I (18.2%, N=4).

**Gráfico 3. Distribución del grado de obesidad**



Distribución del grado de obesidad. La mayoría de los pacientes incluidos en el estudio presentaban obesidad Grado III (59.1%, N=13), lo que subraya la relevancia del estudio en una población con un índice de masa corporal elevado. Los grados I y II estuvieron presentes en menor proporción (18.2% y 22.7%, respectivamente).

**Gráfico 4.** Distribución del Grado de Obesidad por Grupo de Estudio



Este gráfico de barras agrupadas muestra la composición de cada grupo según el grado de obesidad. Se evidencia una diferencia significativa (Prueba Exacta de Fisher,  $p < .001$ ): el grupo de Palpación Anatómica (barras verdes) estuvo compuesto exclusivamente por pacientes con Grado III, mientras que el grupo de Marcaje con Ultrasonido (barras azules) incluyó pacientes de los tres grados, con predominio de Grado I (36.4%) y Grado II (45.5%)

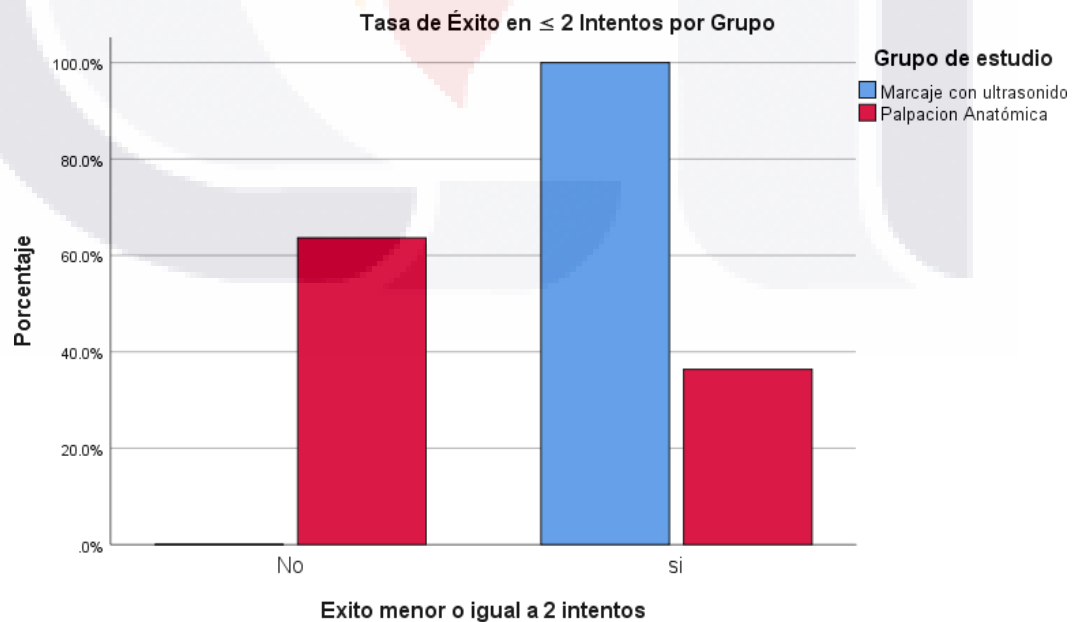
**Éxito menor o igual a 2 intentos**

**TABLA 16 ÉXITO MENOR O IGUAL A 2 INTENTOS**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	7	31.8	31.8	31.8
	si	15	68.2	68.2	100.0
	Total	22	100.	100.0	

El éxito del procedimiento, definido como la consecución del acceso neuroaxial en dos intentos o menos, se logró en el 68.2% (N=15) de los pacientes

**Gráfico 5.** Comparación de la Tasa de Éxito ( $\leq 2$  intentos) por Grupo de Estudio.



N=22. Prueba Exacta de Fisher, p = .004

El gráfico de barras agrupadas ilustra la diferencia en la proporción de éxito entre los grupos. Se observa que el 100% de los pacientes del grupo de Marcaje con Ultrasonido (barra azul) alcanzaron el éxito, mientras que solo el 36.4% del grupo de Palpación Anatómica (barra verde) lo logró (Prueba Exacta de Fisher,  $p = .004$ )

**TABLA 17 PORCENTAJE DE FRECUENCIA EN PUNCIÓN HEMÁTICA MAYOR A 2ML**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	19	86.4	86.4	86.4
	si	3	13.6	13.6	100.0
	Total	22	100.	100.0	
			0		

Se registró una punción hemática clínicamente significativa (definida como >2ml) en el 13.6% (N=3) de los procedimientos realizados.

Los tipos de abordaje utilizados se distribuyeron de manera similar, siendo el abordaje Medio y el Taylor los más frecuentes (ambos 36.4%, N=8 cada uno), seguido por el Paramedial (27.3%, N=6)

**TABLA 18 TABLA 20. PORCENTAJE DE FRECUENCIA EN POSICIÓN DEL PACIENTE**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	sentado	10	45.5	45.5	45.5
	Decubito lateral	12	54.5	54.5	100.0
	Total	22	100.	100.0	
		0			

La posición más frecuente adoptada por los pacientes durante el procedimiento fue el Decúbito Lateral (54.5%, N=12), seguida por la posición Sentado (45.5%, N=10)

**Tipo de Operador**

**TABLA 19 PORCENTAJE DE FRECUENCIA EN TIPO DE OPERADOR**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Anestesiólogo	8	36.4	36.4	36.4
	Residente	14	63.6	63.6	100.0
	Total	22	100.	100.0	
		0			

La mayoría de los bloqueos neuroaxiales fueron realizados por Médicos Residentes (63.6%, N=14), mientras que los Anestesiólogos realizaron el 36.4% (N=8) restante.

**TABLA 20 PORCENTAJE DE FRECUENCIA EN EVENTOS ADVERSOS ASOCIADAS A BLOQUEO DEL EJE NEUROAXIAL**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ninguno	13	59.1	59.1	59.1
	Puncion dural	5	22.7	22.7	81.8
	Punción Hemática	2	9.1	9.1	90.9
	Dolor neuropático	1	4.5	4.5	95.5
	Todas las anteriores	1	4.5	4.5	100.0
	Total	22	100.	100.0	

La mayoría de los pacientes (59.1%, N=13) no presentaron eventos adversos. El evento adverso más frecuente fue la Punción Dural (22.7%, N=5), seguido por Punción Hemática (9.1%, N=2). Se reportó un caso de Dolor Neuropático (4.5%) y un caso con todas las complicaciones mencionadas (4.5%)

**ESTADÍSTICOS**

**TABLA 21 CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA Y ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA POBLACIÓN**

		Edad	Peso(kg)	Talla (cm)	Numero de Intentos Puncion	de de Experiencia USG (Años)
N	Válido	22	22	22	22	22
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		46.	11	165	1.95	5.395
		50	1.864	.55		

Mediana		40. 00	11 3.000	165 .00	1.50	3.900
Desv. Desviación		18. 115	23. 2387	8.2 33	1.133	3.0335
Mínimo		25	75. 0	151	1	.7
Máximo		72	14 8.3	179	4	11.5
Percentiles	25	30. 75	89. 600	159 .75	1.00	3.325
	50	40. 00	11 3.000	165 .00	1.50	3.900
	75	65. 50	13 6.000	174 .25	3.00	8.800

Esta tabla presenta la caracterización epidemiológica de la población estudiada y el análisis descriptivo inicial de las variables cuantitativas, estableciendo el perfil basal de la cohorte y los resultados numéricos preliminares del estudio.

## Características de los Pacientes

**Edad:** La edad promedio fue de 46.5 años (Media), con una mediana de 40 años. El rango fue amplio, de 25 a 72 años.

**Peso(kg):** El peso promedio fue alto (111.86 kg), como era de esperar en una población con obesidad, con una mediana muy similar (113 kg).

**Talla (cm):** La talla promedio fue de 165.55 cm.

**Experiencia ECO (Años):** La experiencia promedio del operador con ultrasonido fue de 5.4 años, pero la mediana fue menor (3.9 años), indicando que hubo algunos operadores con mucha más experiencia que "jalaron" la media hacia arriba.

### Variable Principal (Numero de Intentos de Puncion):

**Media:** 1.95 intentos.

**Mediana:** 1.50 intentos.

**Observación Clave:** La Media (1.95) es diferente de la Mediana (1.50). La mediana está más cerca del percentil 25 (1.00) que del percentil 75 (3.00). Esto sugiere que la distribución del número de intentos **probablemente NO es normal**; está sesgada hacia valores más bajos (la mayoría necesitó 1 o 2 intentos), pero hubo algunos casos con 3 o 4 intentos que elevan el promedio.

**Grupo de estudio**

**Pruebas de normalidad**

**TABLA 22 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE NORMALIDAD KOLMOGOROV-SMIRNOV Y SHAPIRO-WILK PARA VARIABLES (EDAD, PESO, TALLA, NÚMERO DE INTENTOS DE PUNCIÓN Y EXPERIENCIA ECO)**

	Grupo de estudio	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-
		Estadístico	gl	Sig.	Wilk
Edad	Marcaje con ultrasonido	.240	11	.075	.858
	Palpacion Anatómica	.248	11	.056	.827
Peso(kg)	Marcaje con ultrasonido	.227	11	.120	.854
	Palpacion Anatómica	.134	11	.200*	.963
Talla (cm)	Marcaje con ultrasonido	.174	11	.20	.940
	Palpacion Anatómica	.183	11	.20	.934
Numero de Intentos de Puncion	Marcaje con ultrasonido	.	11	.	.
	Palpación Anatómica	.227	11	.12	.819
Experiencia ECO (Años)	Marcaje con ultrasonido	.171	11	.20	.942
	Palpacion Anatómica	.288	11	.01	.875

**Pruebas de normalidad**

TABLA 23 DISTRIBUCIÓN DE NORMALIDAD DE VARIABLES POR GRUPO DE ESTUDIO Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS APLICABLES

	Grupo de estudio	Shapiro-Wilk <sup>a</sup>	
		gl	Sig.
Edad	Marcaje con ultrasonido	11	.054
	Palpacion Anatómica	11	.021
Peso(kg)	Marcaje con ultrasonido	11	.047
	Palpacion Anatómica	11	.814
Talla (cm)	Marcaje con ultrasonido	11	.518
	Palpacion Anatómica	11	.456
Numero de Intentos de Puncion	Marcaje con ultrasonido	11	.
	Palpacion Anatómica	11	.017
Experiencia ECO (Años)	Marcaje con ultrasonido	11	.547
	Palpacion Anatómica	11	.089

**Interpretación de la Normalidad (Usando Shapiro-Wilk)**

Esta tabla es crucial porque nos dice qué prueba de comparación usar (T de Student o U de Mann-Whitney). Usaremos los resultados de Shapiro-Wilk, que es más adecuado para tu tamaño de muestra (N=11 por grupo). Tus Resultados: Edad: Grupo Palpación es .021 (< 0.05) NO NORMAL. (Aunque Ultrasonido está justo en el límite con .054). Si al menos uno de los dos grupos es "No Normal" para una variable, trataremos esa variable como No Normal en general. Peso(kg): Grupo Ultrasonido es .047 (< 0.05) NO NORMAL. Talla (cm): Ambos son .518 y .456 (MAYORES a 0.05) NORMAL. Numero de Intentos de Puncion: Grupo Palpación es .017 (< 0.05). NO NORMAL. Experiencia ECO (Años): Grupo Palpación es .089 (> 0.05), Grupo Ultrasonido es .547 (> 0.05) NORMAL.

- Basado en la normalidad, usaremos:
- Para Datos NORMALES: Prueba T de Student para muestras independientes.
- Talla (cm)
- Experiencia ECO (Años)

- Para Datos NO NORMALES: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes.

**Prueba de Mann-Whitney**

**TABLA 24 RANGOS PROMEDIOS DE VARIABLES CON DISTRIBUCIÓN NO NORMAL SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO**

	Grupo de estudio	N	Rangos	
			Rango promedio	Suma de rangos
Edad	Marcaje con ultrasonido	11	11.05	121.50
	Palpacion Anatómica	11	11.95	131.50
	Total	22		
Peso(kg)	Marcaje con ultrasonido	11	6.73	74.00
	Palpacion Anatómica	11	16.27	179.00
	Total	22		
Numero de Intentos de Puncion	Marcaje con ultrasonido	11	6.00	66.00
	Palpacion Anatómica	11	17.00	187.00
	Total	22		

TABLA 25 RESULTADOS DE LA PRUEBA UDE MANN-WHITNEY PARA COMPARACIÓN DE GRUPOS

	Edad Peso(kg)		Numero de Intentos de Punción
U de Mann-Whitney	55.5	8.0	.000
	00	00	
W de Wilcoxon	121.	74.	66.000
	500	000	
Z	-.329	-	-4.278
		3.448	
Sig.	.742	.00	.000
asintótica(bilateral)		1	
Significación exacta	.748 <sup>b</sup>	.00	.000 <sup>b</sup>
[2*(sig. unilateral)]		0 <sup>b</sup>	

a. Variable de agrupación: Grupo de estudio

b. No corregido para empates.

Edad: Sig. = .742. Esto es > 0.05. Conclusión: No hay diferencia significativa en la edad entre los dos grupos. Eran comparables.

Peso(kg): Sig. = .001. Esto es menor a 0.05 Conclusión: Hay una diferencia estadísticamente significativa en el peso entre los dos grupos. Esto es algo a tener en cuenta, aunque probablemente no afecte mucho el resultado principal.

Numero de Intentos de Puncion (Variable Principal): Sig. = .000. Esto es menor a 0.05 Conclusión: Este es tu hallazgo principal Hay una diferencia altamente significativa en el número de intentos de punción requeridos entre el grupo de Ultrasonido y el de Palpación.

Interpretación de la Tabla "Rangos" Edad: Los rangos promedio son muy similares (11.05 vs 11.95), lo cual es consistente con que la diferencia no fue significativa ( $p=.742$ ). Peso(kg): El Rango Promedio del grupo Palpación (16.27) es mucho más alto que el de Ultrasonido (6.73). Esto confirma la diferencia significativa ( $p=.001$ ) y sugiere que los pacientes del grupo Palpación tendían a pesar más (o que los del grupo Ultrasonido pesaban menos). Numero de Intentos de Puncion (¡La Clave!): Grupo Ultrasonido (1): Rango Promedio = 6.00 Grupo Palpación (2): Rango Promedio = 17.00 Recordatorio: En la variable "Número de Intentos", un valor más bajo es mejor. La prueba U de Mann-Whitney asigna rangos más bajos a los valores más bajos. Como el Rango Promedio del Grupo Ultrasonido (6.00) es mucho más bajo que el del Grupo Palpación (17.00), esto confirma que el grupo de Ultrasonido tuvo significativamente menos intentos.

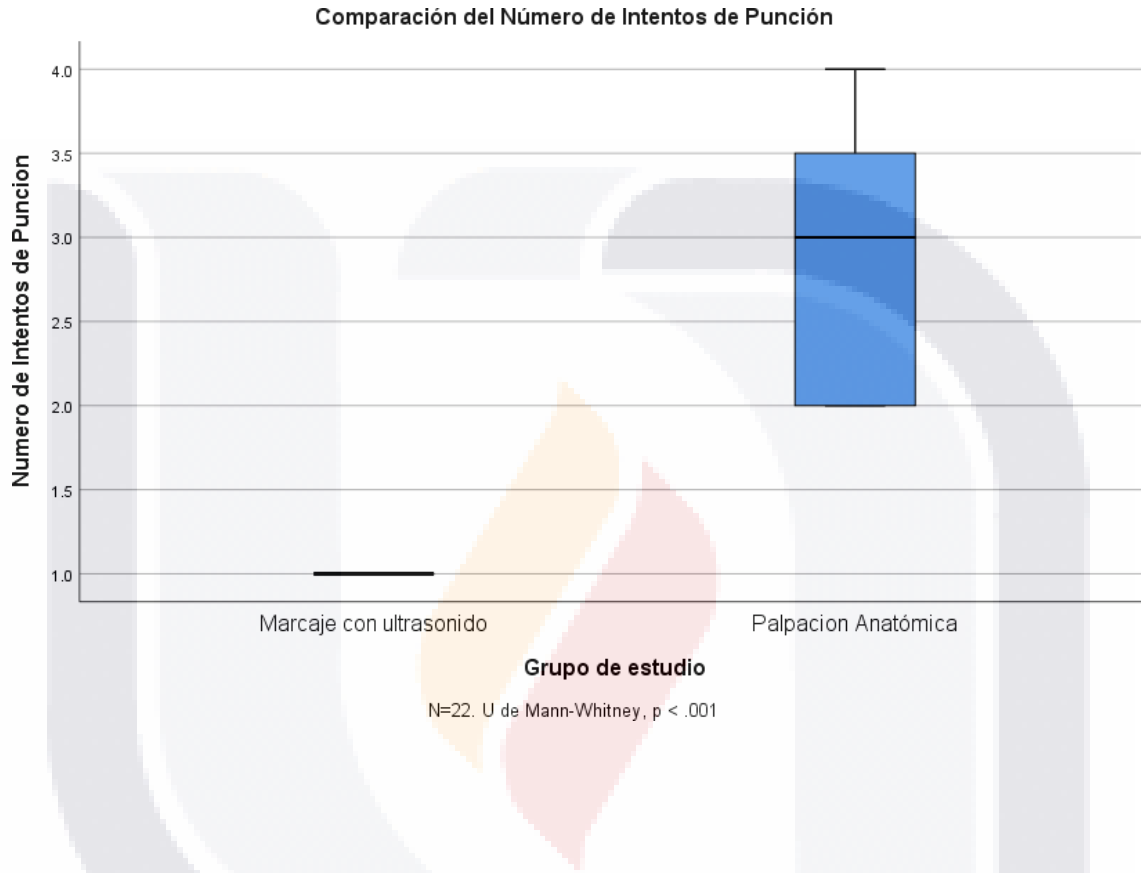
### Conclusión Principal

El análisis del número de intentos de punción mediante la prueba U de Mann-Whitney reveló una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ( $p < .001$ ). El grupo de Marcaje con Ultrasonido requirió significativamente menos intentos (Rango Promedio = 6.00) en comparación con el grupo de Palpación Anatómica (Rango Promedio = 17.00). Este es el resultado central de tu tesis

Variable: Numero de Intentos de Puncion

- Grupo Ultrasonido: Tuvo un Rango Promedio = 6.00. Esto significa que los pacientes de este grupo tendieron a estar al principio de la fila ordenada (tuvieron rangos bajos, es decir, necesitaron pocos intentos).
- Grupo Palpación: Tuvo un Rango Promedio = 17.00. Esto significa que los pacientes de este grupo tendieron a estar al final de la fila ordenada (tuvieron rangos altos, es decir, necesitaron más intentos).

**Gráfico 6. Tabla de cajas y bigotes en comparación del Número de intentos de Punción**



El diagrama de cajas compara la distribución del número de intentos de punción entre los grupos de Marcaje con Ultrasonido y Palpación Anatómica. Se observa una diferencia notable en la variabilidad de los datos. En el grupo de Palpación Anatómica, la caja visible indica dispersión en el número de intentos requeridos. En contraste, en el grupo de Marcaje con Ultrasonido, la caja se colapsa en una línea a la altura de '1 intento', lo que significa que el percentil 25, la mediana y el percentil 75 fueron todos iguales a 1. Esto indica que al menos el 75% de los pacientes guiados por ultrasonido requirieron un único intento, reflejando una menor variabilidad y respaldando el hallazgo estadísticamente significativo de menos intentos en este grupo (U de Mann-Whitney,  $p < .001$ )

**PRUEBA T Estadísticas de grupo**

TABLA 26 ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE VARIABLES CON DISTRIBUCIÓN NORMAL SEGÚN GRUPO DE ESTUDIO

	Grupo de estudio	N	Media	Desviación
Experiencia (Años)	ECOMarcaje con ultrasonido	11	5.9 18	3.5327
	Palpacion Anatómica	11	4.8 73	2.4988
Talla (cm)	Marcaje con ultrasonido	11	16 1.00	7.443
	Palpacion Anatómica	11	17 0.09	6.441

**Prueba de muestras independientes**

Tabla 28 Error estándar de la media para variables con distribución normal según grupo de estudio

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas	prueba t para la igualdad de medias
		F	Sig.
Experiencia	Se asumen varianzas iguales	2.275	.147
ECO (Años)	No se asumen varianzas iguales		.801
Talla (cm)	Se asumen varianzas iguales	.004	.953
			3.063
	No se asumen varianzas iguales		.801
			3.063

**Estadísticas de grupo**

TABLA 27 PRUEBA T DE STUDENT PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES Y PRUEBA DE LEVENE PARA IGUALDAD DE VARIANZAS

	Grupo de estudio	Desv. Error promedio
Experiencia ECO (Años)	Marcaje con ultrasonido	1.0651
	Palpacion Anatómica	.7534
Talla (cm)	Marcaje con ultrasonido	2.244
	Palpacion Anatómica	1.942

**Prueba de muestras independientes**

TABLA 29 RESULTADOS DE SIGNIFICANCIA Y MAGNITUD DEL EFECTO DE LA PRUEBA T PARA MUESTRAS INDEPENDIENTES

prueba t para la igualdad de medias

		gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Experiencia ECO (Años)	Se asumen varianzas iguales	20	.432	1.0455
	No se asumen varianzas iguales	18.003	.433	1.0455
Talla (cm)	Se asumen varianzas iguales	20	.006	-9.091
	No se asumen varianzas iguales	19.596	.006	-9.091

**Prueba de muestras independiente**

TABLA 30 INTERVALOS DE CONFIANZA AL 95% Y ERROR ESTÁNDAR DE LA DIFERENCIA DE MEDIAS

		prueba t para la igualdad de medias		
		Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
Experiencia ECO (Años)	Se asumen varianzas iguales	1.3047	-1.6760	3.7669
	No se asumen varianzas iguales	1.3047	-1.6955	3.7864
Talla (cm)	Se asumen varianzas iguales	2.968	-15.282	-2.900
	No se asumen varianzas iguales	2.968	-15.290	-2.892

**Hallazgos (Normales):**

**Experiencia ECO (Años):** Sig. = .432. Esto es > 0.05.

**Conclusión:**

No hay diferencia significativa en los años de experiencia con ultrasonido entre los operadores de los dos grupos. Hay una diferencia estadísticamente significativa en la talla entre los dos grupos. La Diferencia de medias es -9.091 cm, lo que significa que el Grupo 1 (Ultrasonido) tuvo una talla promedio significativamente menor que el Grupo 2 (Palpación). Esto es interesante y podría ser una pequeña limitación o característica a discutir, aunque es poco probable que la talla influya directamente en el número de intentos

Resumen de Comparaciones (Variables Numéricas) Juntando los resultados de la U de Mann-Whitney y la Prueba T:

- Diferencias Significativas (p .05) entre Ultrasonido y Palpación: Numero de Intentos de Puncion (p .001, menos intentos con USG) peso(kg) (p = .001, grupo USG pesaba menos) Talla (cm) (p = .006, grupo USG medía menos)
- NO Hubo Diferencias Significativas (p > .05): Edad (p = .742) E xperiencia ECO (Años) (p = .432)

**GRADO DE OBESIDAD**

**Grupo De Estudio**

Tabla 31. Comparación de la distribución del grado de obesidad entre marcaje con ultrasonido y palpación anatómica

Grado de Obesidad	grupo	Recuento	Grupo de estudio		Total
			Marcaje con ultrasonido	palpación Anatómica	
grado 1	Recuento	4	0	4	
	% dentro de Grupo de estudio	36.4%	0.0%	18.2%	
grado 2	Recuento	5	0	5	
	% dentro de Grupo de estudio	45.5%	0.0%	22.7%	
grado 3	Recuento	2	11	13	
	% dentro de Grupo de estudio	18.2%	100.0%	59.1%	
Total	Recuento	11	11	22	
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%	100.0%	0.0%

Grupo ultrasonido: Mayoría con obesidad grado 1-2 (81.8%)

Grupo palpación: 100% con obesidad grado 3

Distribución claramente diferente entre grupos

Esta distribución sugiere una diferencia muy marcada en las características de los pacientes entre grupos, lo cual probablemente será estadísticamente significativa en la prueba de Chi-cuadrado que seguirá.

**Éxito menor o igual a 2 intentos \* Grupo de estudio**

**Tabla 32.** Distribución de frecuencias del éxito en  $\leq 2$  intentos según grupo de estudio

		Grupo de estudio	
		Marcaje ultrasonido	Palpacion Anatómica
Éxito menor o igual a 2 intentos	Recuento	0	7
	% dentro de Grupo de estudio	0.0%	63.6%
si	Recuento	11	4
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	36.4%
Total	Recuento	11	11
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%

**Tabla cruzada**

**Tabla 33.** Distribución de frecuencias del éxito en  $\leq 2$  intentos según grupo de estudio

			Total
Éxito menor o igual a 2 intentos	0	Recuento	7
		% dentro de Grupo de estudio	31.8%
si		Recuento	15
		% dentro de Grupo de estudio	68.2%
Total		Recuento	22
		% dentro de Grupo de estudio	100.0%

**Pruebas de chi-cuadrado**

**Tabla 34.** Prueba de Chi-cuadrado para asociación entre éxito en  $\leq 2$  intentos y grupo de estudio

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10. 267 <sup>a</sup>	1	.001	.004	.002
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	7.5 43	1	.006		
Razón de verosimilitud	13. 101	1	.000	.004	.002
Prueba exacta de Fisher				.004	.002
Asociación lineal por lineal	9.8 00 <sup>c</sup>	1	.002	.004	.002
N de casos válidos	22				

**Tabla 35. Tabla cruzada Puncion\_Hemática mayo a 2ml \* Grupo de estudio**

		Grupo de estudio	
		Marcaje con ultrasonido	Palpacion Anatómica
Puncion_Hemática mayo a 2ml	Recuento	11	8
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	72.7%
	Recuento	0	3
	% dentro de Grupo de estudio	0.0%	27.3%
Total	Recuento	11	11
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%

**Tabla 36. Lumbalgia mayor a ENA 4 a 48 hrs \* Grupo de estudio**

		Grupo de estudio		
		Marcajecon ultrasonido	Palpacion Anatómica	
Lumbalgia mayor a ENA 4 a 48 hrs	<b>0</b>	Recuento	11	7
		% dentro de Grupo de estudio	100.0%	63.6%
	<b>si</b>	Recuento	0	4
		% dentro de Grupo de estudio	0.0%	36.4%
Total		Recuento	11	11
		% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%

**Tabla 37. Tipo de abordaje \* Grupo de estudio**

		Grupo de estudio		Total	
		Marcaje ultrasonido	conPalpacion Anatómica		
Tipode abordaje	Medio	Recuento	3	5	8
		% dentro de Grupo de estudio	27.3%	45.5%	36.4%
	Taylor	Recuento	3	5	8
		% dentro de Grupo de estudio	27.3%	45.5%	36.4%
Paramedi al		Recuento	5	1	6
		% dentro de Grupo de estudio	45.5%	9.1%	27.3%
Total		Recuento	11	11	22
		% dentro de Grupo de estudio	100.0	100.0%	100.0%

**Tabla 38. Posición del Paciente \* Grupo de estudio**

Posición del Paciente		Recuento	Grupo de estudio	
			Marcajecon ultrasonido	Palpacion Anatómica
sentado	Recuento	5	5	
	% dentro de Grupo de estudio	45.5%	45.5%	
Decubito lateral	Recuento	6	6	
	% dentro de Grupo de estudio	54.5%	54.5%	
Total	Recuento	11	11	
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%	

**Tabla 39. Tabla cruzada Tipo de Operador**

Tipo de Operador		Recuento	Grupo de estudio	
			Marcajecon ultrasonido	Palpacion Anatómica
Anestesiólogo	Recuento	5	3	
	% dentro de Grupo de estudio	45.5%	27.3%	
Residente	Recuento	6	8	
	% dentro de Grupo de estudio	54.5%	72.7%	
Total	Recuento	11	11	
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%	

**Tabla 40. Tipo de Operador \* Grupo de estudio**

			Total
Tipo de Operador	Anestesiologo	Recuento	8
		% dentro de Grupo de estudio	36.4%
	Residente	Recuento	14
		% dentro de Grupo de estudio	63.6%
Total		Recuento	22
		% dentro de Grupo de estudio	100%

**Tabla 41. \* Grupo de estudio Eventos Adversos**

		Grupo de estudio	
		Marcaje con ultrasonido	Palpacion Anatómica
Eventos Adversos Ninguno	Recuento	7	6
	% dentro de Grupo de estudio	63.6%	54.5%
Puncion dural	Recuento	3	2
	% dentro de Grupo de estudio	27.3%	18.2%
Punción Hemática	Recuento	1	1
	% dentro de Grupo de estudio	9.1%	9.1%
Dolor neuropático	Recuento	0	1
	% dentro de Grupo de estudio	0.0%	9.1%
Todas las anteriores	Recuento	0	1
	% dentro de Grupo de estudio	0.0%	9.1%
Total	Recuento	11	11
	% dentro de Grupo de estudio	100.0%	100.0%

## HALLAZGOS POR CATEGORÍA

- Eventos Adversos: Advertencia: Sí (80% < 5). Prueba Exacta de Fisher Sig. = 1.000. Esto es > 0.05. Conclusión: No hay diferencia significativa en la incidencia general de eventos adversos entre los grupos.
- Tipo de Operador: Advertencia: Sí (50% < 5). Prueba Exacta de Fisher Sig. = .659. Esto es > 0.05. Conclusión: No hay diferencia significativa en el tipo de operador (Residente vs. Anestesiólogo) entre los grupos.
- Posición del Paciente: Advertencia: No (0% < 5). Chi-Cuadrado de Pearson Sig. = 1.000. Esto es > 0.05. Conclusión: No hay diferencia significativa en la posición del paciente (Sentado vs. Decúbito) entre los grupos.
- Tipo de Abordaje: Advertencia: Sí (100% < 5). Prueba Exacta de Fisher Sig. = .216. Esto es > 0.05. Conclusión: No hay diferencia significativa en el tipo de abordaje utilizado entre los grupos.
- Exito menor o igual a 2 intentos (Variable de Resultado Clav!): Advertencia: Sí (50% < 5). Prueba Exacta de Fisher Sig. = .004. Esto es menor a 0.05 Conclusión: Segundo hallazgo principal Hay una diferencia altamente significativa en la tasa de éxito ( $\leq 2$  intentos) entre los grupos.
- Grado de Obesidad: Advertencia: Sí (66.7% < 5). Prueba Exacta de Fisher Sig. = .000. Esto es menor a 0.05 Conclusión: Hay una diferencia altamente significativa en la distribución del grado de obesidad entre los dos grupos.

## INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS CRUZADAS

- Tabla Cruzada: Éxito menor o igual a 2 intentos Grupo Ultrasonido: Éxito ('si'): 100.0% (11 de 11 pacientes). Fracaso ('0'): 0.0% (0 de 11 pacientes).
- Grupo Palpación Anatómica: Éxito ('si'): 36.4% (4 de 11 pacientes). Fracaso ('0'): 63.6% (7 de 11 pacientes).
- Conclusión (Éxito): La tabla muestra de forma contundente la diferencia significativa ( $p=.004$ ). El grupo guiado por Ultrasonido tuvo una tasa de éxito del 100% en lograr el acceso en dos intentos o menos, mientras que el grupo de Palpación Anatómica solo tuvo éxito en el 36.4% de los casos.
- Tabla Cruzada: Grado de Obesidad Grupo Ultrasonido:
- Grado 1: 36.4% Grado 2: 45.5% Grado 3: 18.2%
- Grupo Palpación Anatómica: Grado 1: 0.0% Grado 2: 0.0% Grado 3: 100.0%

**Conclusión (Grado de Obesidad):** Esta tabla revela la diferencia altamente significativa ( $p<.001$ ) en la composición de los grupos. El grupo de Palpación Anatómica estuvo compuesto exclusivamente (100%) por pacientes con Obesidad Grado III, mientras que el grupo de Ultrasonido incluyó pacientes de los tres grados, con predominio de Grado I y II.

Consideración Importante (Limitación) La diferencia significativa encontrada en el Grado de Obesidad es una limitación importante de tu estudio.

Los grupos NO eran homogéneos en cuanto a la severidad de la obesidad. Esto significa que la diferencia encontrada en el Número de Intentos y en la Tasa de Éxito podría estar confundida por el grado de obesidad. Es decir, no podemos estar 100% seguros si el Ultrasonido fue mejor solo por la técnica, o si también influyó que ese grupo tenía pacientes con obesidad menos severa. Esto es algo crucial que debes mencionar y discutir en tu tesis.

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que el marcaje ecográfico previo al bloqueo del eje neuroaxial (BENax) es significativamente más eficaz que la palpación anatómica convencional en pacientes con obesidad. La reducción estadísticamente significativa en el número de intentos de punción ( $p < 0.001$ ) y la tasa de éxito del 100 % en  $\leq 2$  intentos en el grupo ecoguiado, frente al 36.4 % en el grupo de palpación, evidencian un impacto clínico claro en una población caracterizada por anatomía compleja y referencias óseas poco confiables. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Gorle et al. (18), demostraron beneficios del ultrasonido en pacientes con IMC elevado. No obstante, el valor añadido del presente estudio radica en aportar evidencia local en población mexicana, donde la prevalencia de obesidad grado II y III es mayor y donde la aplicabilidad de recomendaciones internacionales ha sido históricamente limitada por la ausencia de datos propios. En este sentido, los resultados refuerzan la validez externa del uso del ultrasonido en el contexto institucional del Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Un aspecto relevante es que el beneficio del marcaje ecográfico se mantuvo incluso cuando los procedimientos fueron realizados por operadores en formación, lo que sugiere que el ultrasonido reduce la variabilidad técnica y actúa como un facilitador del aprendizaje. La menor incidencia de complicaciones específicas, como punción hemática y lumbalgia postpunción, observada en el grupo ecoguiado refuerza el valor clínico del ultrasonido, ya que estas complicaciones, aunque consideradas menores, impactan directamente en la experiencia del paciente y en la calidad del acto anestésico. Si bien el tamaño muestral limita la evaluación de eventos adversos mayores, el tamaño del efecto observado ( $d > 1.0$ ) sugiere que los beneficios no son atribuibles al azar. Desde el punto de vista anatómico, estos resultados se explican por la capacidad del ultrasonido para identificar estructuras profundas y estimar trayectorias y profundidades en pacientes obesos, como lo demuestra la evidencia anatómica descrita por Kirchmair et al., quienes documentan una correlación directa entre el IMC y la distancia piel-estructura neural. Esto sustenta que las técnicas "a ciegas" incrementan el riesgo de fallos en esta población y que el marcaje ecográfico permite anticipar y reducir dichas dificultades. En conjunto, este estudio demuestra que el marcaje ecográfico previo al BENax mejora la tasa de éxito, reduce el número de intentos y disminuye complicaciones, contribuyendo a una práctica anestésica más segura, reproducible y basada en evidencia. Estos hallazgos respaldan la implementación de protocolos institucionales de ultrasonido en pacientes con obesidad dentro del sistema de salud público mexicano y posicionan al ultrasonido no solo como una herramienta técnica, sino como un componente clave en la mejora de la calidad y seguridad en anestesia regional.

## CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que el marcaje ecográfico previo al bloqueo del eje neuroaxial representa una estrategia eficaz y segura para optimizar los procedimientos anestésicos en pacientes con obesidad. La evidencia obtenida demostró que la ecografía reduce de manera significativa el número de intentos de punción, mejora la tasa de éxito y disminuye las complicaciones derivadas del abordaje ciego por palpación. Estos resultados sustentan el valor del ultrasonido como herramienta de apoyo indispensable en escenarios donde la anatomía está distorsionada por exceso de tejido adiposo o por variaciones estructurales que dificultan la localización de puntos de referencia.

El uso del ultrasonido favorece una práctica anestésica más precisa, estandarizada y reproducible, en la que se minimizan las variaciones dependientes del operador. Además, permite anticipar la profundidad del espacio epidural o subaracnoideo, reduciendo el riesgo de punción dural, sangrado o daño neurológico. En consecuencia, su implementación no solo repercute en la seguridad del paciente, sino también en la eficiencia hospitalaria, al disminuir el tiempo de preparación y la incidencia de eventos adversos postoperatorios.

El valor agregado de esta investigación radica en que constituye un aporte pionero en el contexto mexicano, al evaluar la eficacia del ultrasonido en bloqueos neuroaxiales en población obesa dentro de un hospital de alta especialidad. Los hallazgos generan una base sólida para la elaboración de protocolos institucionales que incluyan la ecografía como parte del abordaje rutinario, en concordancia con las recomendaciones de guías internacionales recientes.

A pesar de las limitaciones propias del tamaño muestral, los resultados obtenidos son clínicamente relevantes y abren la puerta a futuros estudios con poblaciones más amplias y diseños multicéntricos. En conclusión, el marcaje ecográfico previo al BENax debe considerarse una técnica de elección en pacientes con obesidad, pues garantiza mayor eficacia, seguridad y confort, promoviendo una práctica anestésica moderna, humanizada y sustentada en la evidencia científica más actual.

## GLOSARIO

- **Anestesia neuroaxial:** Anestesia que se a1. Bloqueo del eje neuroaxial (BENax): Técnica anestésica regional que consiste en la inyección de fármacos en el espacio epidural o subaracnoideo para bloquear la transmisión nerviosa a nivel de la médula espinal.
- 2. Ultrasonido (ecografía): Técnica de imagen diagnóstica que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para visualizar estructuras internas del cuerpo, incluyendo tejidos blandos y órganos.
- 3. Palpación digital: Método clínico tradicional que consiste en usar las manos para identificar estructuras anatómicas mediante el tacto, palpando puntos de referencia óseos y tejidos.
- 4. Obesidad: Enfermedad crónica caracterizada por acumulación excesiva de grasa corporal que afecta negativamente la salud, clasificada por índice de masa corporal (IMC)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>.
- 5. Índice de Masa Corporal (IMC): Medida que relaciona el peso y la talla de una persona, calculada dividiendo el peso en kilogramos entre la estatura en metros al cuadrado.
- 6. Espacio epidural: Área anatómica ubicada entre la duramadre (capa externa de las meninges) y el canal vertebral, donde se deposita el anestésico en la anestesia epidural.
- 7. Espacio subaracnoideo: Espacio entre la aracnoides y la piamadre que contiene líquido cefalorraquídeo y por donde transcurren los nervios espinales, sitio de la anestesia espinal.
- 8. Líquido cefalorraquídeo (LCR): Fluido transparente que rodea el cerebro y la médula espinal, proporcionando protección mecánica y nutrición al sistema nervioso central.
- 9. Punción hemática: Complicación que ocurre cuando durante el procedimiento de bloqueo neuroaxial se lesiona un vaso sanguíneo, causando sangrado mayor a 2 ml en el sitio.
- 10. Lumbalgia persistente: Dolor localizado en la región lumbar (espalda baja) que dura más de 48 horas posterior al procedimiento, con intensidad  $\geq 4$  en escala numérica 0-10.

- 11. Apófisis espinosa: Prolongación ósea posterior de las vértebras que se proyecta hacia atrás, utilizada como punto de referencia anatómico para localizar el espacio intervertebral adecuado.
- 12. Ligamento amarillo: Estructura ligamentosa elástica que conecta las láminas vertebrales adyacentes, es la última estructura que atraviesa la aguja antes de alcanzar el espacio epidural.
- 13. Duramadre: Membrana meníngea más externa y resistente que recubre la médula espinal y el cerebro, formando un saco protector hasta el nivel de la segunda vértebra sacra.
- 14. Marcaje ecográfico: Técnica que utiliza ultrasonido previo al procedimiento para identificar y marcar en la piel del paciente el punto óptimo de inserción de la aguja neuroaxial.
- 15. Intento de punción: Cada inserción de aguja a través de la piel con el objetivo de alcanzar el espacio epidural o subaracnoideo para administrar anestesia neuroaxial.
- 16. Abordaje medio (línea media): Técnica de punción neuroaxial donde la aguja se inserta directamente en la línea media posterior de la columna vertebral, entre las apófisis espinosas.
- 17. Abordaje paramediano: Técnica alternativa donde la aguja se inserta 1-2 cm lateral a la línea media, con angulación hacia el espacio epidural, útil en anatomía difícil.
- 18. Ensayo clínico aleatorizado (ECA): Tipo de estudio experimental prospectivo donde los participantes son asignados al azar a diferentes grupos de intervención para comparar tratamientos o técnicas.
- 19. Consentimiento informado: Proceso mediante el cual un paciente autoriza voluntariamente su participación en investigación después de recibir información completa sobre riesgos, beneficios y alternativas disponibles.
- 20. Variable primaria: Resultado principal que un estudio pretende medir, en este caso el número de intentos de punción necesarios para lograr un bloqueo neuroaxial exitoso.
- 21. Variable secundaria: Resultados adicionales de interés en un estudio que complementan la variable primaria, como complicaciones (punción hemática, lumbalgia) o tiempo del procedimiento.

- 22. Aleatorización 1:1: Método de asignación donde cada participante tiene igual probabilidad (50%) de ser asignado a cualquiera de los dos grupos de estudio comparados.
- 23. Cegamiento simple: Técnica metodológica donde el evaluador de resultados desconoce la asignación grupal de los participantes para reducir sesgos en la medición de desenlaces.
- 24. Tamaño del efecto (Cohen's d): Medida estandarizada que cuantifica la magnitud de diferencia entre dos grupos, expresada en unidades de desviación estándar (d=1.1 indica efecto grande).
- 25. Poder estadístico (1- $\beta$ ): Probabilidad de detectar un efecto real cuando existe (80% en este estudio), determinando la capacidad del estudio para rechazar una hipótesis nula falsa.
- 26. Nivel de significancia ( $\alpha$ ): Umbral de probabilidad (0.05 o 5%) por debajo del cual se considera que una diferencia observada es estadísticamente significativa y no debida al azar.
- 27. Complicación intraoperatoria: Evento adverso que ocurre durante el procedimiento quirúrgico o anestésico, como punción dural inadvertida, sangrado o dificultad técnica en el acceso neuroaxial.
- 28. Complicación postoperatoria: Evento adverso que se presenta después del procedimiento, como cefalea post-punción dural, lumbalgia residual, hematoma epidural o déficit neurológico temporal.
- 29. Protocolo estandarizado: Conjunto de procedimientos y criterios definidos y documentados que deben seguirse sistemáticamente para garantizar consistencia y calidad en la atención o investigación clínica.
- 30. Riesgo mayor al mínimo: Clasificación de investigación donde las probabilidades de afectar al sujeto son significativas, incluyendo procedimientos invasivos, métodos aleatorios de asignación o control con placebo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Obesity and overweight [Internet]. Ginebra: OMS; 2024 [citado 2025 Ene 10]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Biel FM, Marshall NE, Snowden JM. Maternal Body Mass Index and Regional Anaesthesia Use at Term: Prevalence and Complications. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2017;31(6):495-503.
3. Franco CD. Anestesia regional periférica en el paciente obeso. *Rev Chil Anest.* 2011;40:247-52.
4. Raghavan PR, Naik S, Joshi MC, Singh S. Real-time ultrasound-guided spinal anaesthesia vs pre-procedural ultrasound-guided spinal anaesthesia in obese patients. *Indian J Anaesth.* 2021;65(5):356-61.
5. Cork RC, Kryc JJ, Vaughan RW. Ultrasonic localization of the lumbar epidural space. *Anesthesiology.* 1980;52(6):513-6.
6. Currie JM. Measurement of the depth to the extradural space using ultrasound. *Br J Anaesth.* 1984;56(3):345-7.
7. Wallace DH, Currie JM, Gilstrap LC, Santos R. Indirect sonographic guidance for epidural anesthesia in obese pregnant patients. *Reg Anesth.* 1992;17(4):233-6.
8. Bonazzi M, Bianchi De Grazia L, Di Gennaro S, Lensi C, Migliavacca S, Marsicano M, et al. Ultrasonography-guided identification of the lumbar epidural space. *Minerva Anesthesiol.* 1995;61(5):201-5.
9. Shaikh F, Brzezinski J, Alexander S, Arzola C, Carvalho JCA, Beyene J, et al. Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations: systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2013;346:f1720.
10. Li JW, Karmakar MK, Li X, Kwok WH, Ngan Kee WD. Gelatin-Thiel embalmed cadavers for ultrasound-guided regional anesthesia training: benefits and limitations. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2016;54(2):47-53.
11. Perlas A, Chaparro LE, Chin KJ. Lumbar Neuraxial Ultrasound for Spinal and

Epidural Anesthesia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41(2):251-60.

12. Pozza DH, Tavares I, Duarte C, Fonseca S. Spinal Cord Injury and Complications Related to Neuraxial Anaesthesia. *Int J Mol Sci.* 2023;24(5):4665.

13. Instituto Nacional de Salud Pública. Obesidad en adultos: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2020-2023. *Salud Pública Méx.* 2024;66(4):415-27.

14. Secretaría de Salud de Aguascalientes. Panorama Epidemiológico de Sobrepeso y Obesidad en Aguascalientes 2023. *Aguascalientes: SSA; 2024.*

15. Malik SH, Saleem H, Ashfaq AD, Malik IH, Batool F, Siddique K. General Anaesthesia Versus Regional Anaesthesia For Lumbar Laminectomy. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2020;32(3):400-4.

16. Haskins SC, Tanaka CY, Boublik J, Wu CL, Sloth E. Focused Cardiac Ultrasound for the Regional Anesthesiologist. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42(5):632-44.

17. Sahin T, Balaban O. Lumbar Ultrasonography for Obstetric Neuraxial Blocks. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2018;46(4):257-67.

18. Gorle Y, Munireddy S, Tarigonda S. Evaluation of Lumbar Sonography as a Learning Aid for Performing Subarachnoid Block Using the Paramedian Approach. *Cureus.* 2023;15(4):e38871.

19. Alemán-Vargas I. Validación y algoritmo del neuroeje en anestesia regional. *Anest Mex.* 2019;31(2):59-66.

20. McDonald, A., & Murgatroyd, H. (2017). Anestesia neuroaxial guiada por ultrasonido. *Anaesthesia Tutorial of the Week*, 349, 1-10. World Federation of Societies of Anaesthesiologists. <https://www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week>

21. Secretaría de Salud. Anuario de Morbilidad 1984-2023 [Internet]. Ciudad de México: SSA; 2024 [citado 2025 Ene 10]. Disponible en: <https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/index.html>

22. Gómez Gutiérrez M. Bloqueo del eje neuroaxial: consideraciones actuales. *Rev Mex*

ANESTESIOLOGÍA

Anesthesiol. 2020;43(3):210-8.

23. Fabris LK, Biberic M, Zrna S. New concept of fusion technics in regional anesthesia. Acta Clin Croat. 2022;61(Suppl 2):135-44.

24. Silva-Costa MM, Baptista-Silva R, Rodrigues CL, Castro RBP. Pre-puncture ultrasound for neuraxial anesthesia in obese parturients: a randomized controlled trial. Braz J Anesthesiol. 2022;72(4):488-94.

25. Lacassie QH, De la Cuadra JC, Kychenthal LC, Irrarrázaval MJ, Altermatt F. Anestesia espinal. Parte II: Importancia de la anatomía. Rev Chil Anest. 2021;50:398-406.

26. Altermatt F, De la Cuadra JC, Kychenthal C, Irrarrázaval MJ, Lacassie QH. Anestesia espinal parte IV. Técnica de la anestesia espinal y sus variaciones. Rev Chil Anest. 2021;50:533-40.

27. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AWM. Gray Anatomía para estudiantes. 4ª ed. Barcelona: Elsevier; 2020.

28. Saifuddin A, Burnett SJ, White J. The variation of position of the conus medullaris in an adult population. A magnetic resonance imaging study. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(13):1452-6.

29. Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, Wilson DJ, Gawne-Cain M, Russell R. Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. Anaesthesia. 2000;55(11):1122-6.

30. The Lancet Diabetes & Endocrinology. Rethinking obesity: Beyond BMI and toward functional impact. Lancet Diabetes Endocrinol. 2024;12(2):85-97.

31. Meneses-Sierra E, Ochoa-Martínez C, Burciaga-Jiménez E, Gómez-Mendoza R, Salgado-Loza JL. Abordaje multidisciplinario del sobrepeso y la obesidad en adultos. Med Int Méx. 2023;39(2):329-66.

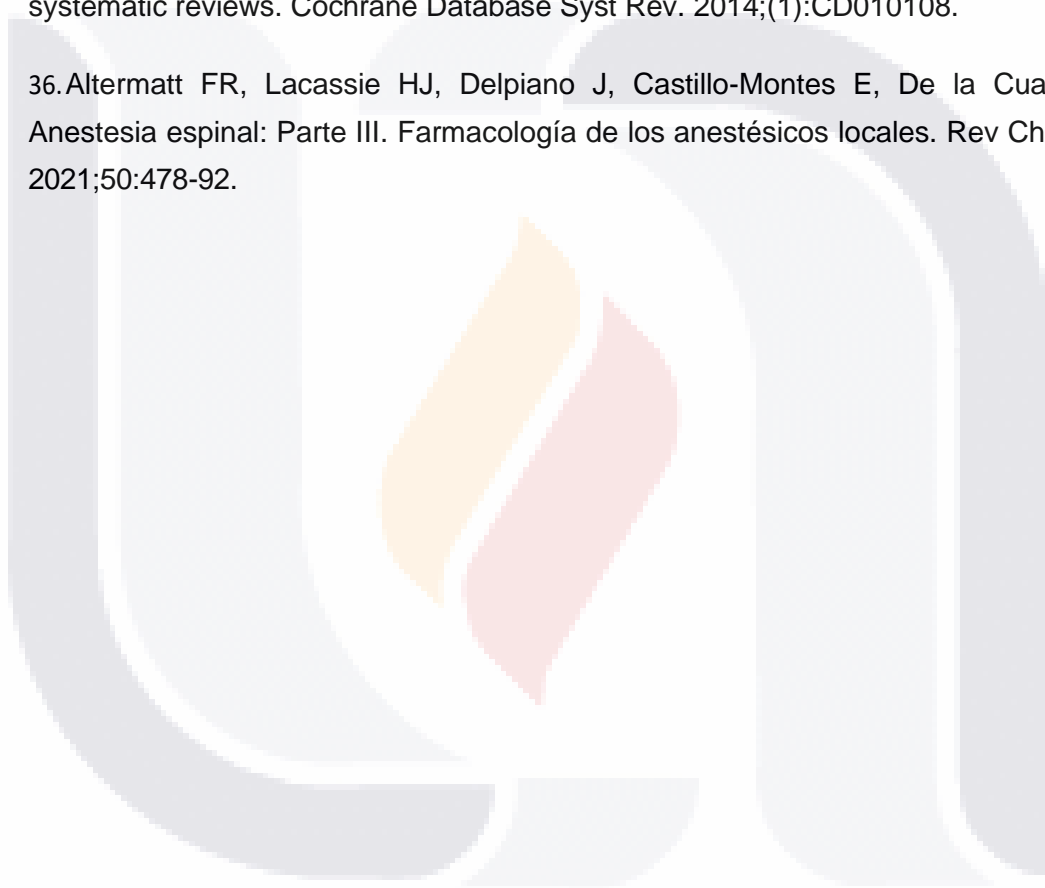
32. Shiga T, Wajima Z, Inoue T, Sakamoto A. Predicting difficult intubation in apparently normal patients: a meta-analysis of bedside screening test performance. Anesthesiology. 2005;103(2):429-37.

33. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ. Anestesiología Clínica. 6ª ed. México: McGraw-Hill; 2021.

34. Rodgers A, Walker N, Schug S, McKee A, Kehlet H, van Zundert A, et al. Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. *BMJ*. 2000;321(7275):1493.

35. Guay J, Choi P, Suresh S, Albert N, Kopp S, Pace NL. Neuraxial blockade for the prevention of postoperative mortality and major morbidity: an overview of Cochrane systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(1):CD010108.

36. Altermatt FR, Lacassie HJ, Delpiano J, Castillo-Montes E, De la Cuadra JC. Anestesia espinal: Parte III. Farmacología de los anestésicos locales. *Rev Chil Anest*. 2021;50:478-92.



## ANEXOS

### Consentimiento informado

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO:  
“EFICACIA DEL MARCAJE POR ULTRASONIDO EN EL BLOQUEO DEL EJE  
NEUROAXIAL EN PACIENTES CON OBESIDAD EN EL CENTENARIO HOSPITAL  
MIGUEL HIDALGO”**

Investigador principal: Dra. Andrea Castro de los Santos

Teléfono de contacto: 444 220 8023

Investigadores participantes Dr. Javier Ramírez Paredes y Maira Yesenia Rosales  
Hinojosa

Comité de Ética en Investigación: Dr. Jaime Azael López Valdez, Tel. 449 994 6720

- ext. 8646

### Introducción

Usted está siendo invitado a participar en un estudio que busca mejorar la seguridad y precisión de los bloqueos anestésicos en la espalda, utilizando una técnica con ultrasonido para identificar mejor el sitio donde se aplicará la anestesia. Antes de decidir, lea con calma esta información y pregunte lo que considere necesario. Su participación es completamente voluntaria y puede retirarse en cualquier momento sin que esto afecte su atención médica.

### Descripción del estudio

El estudio se realiza en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo y tiene como objetivo comparar dos formas de aplicar la anestesia en la columna vertebral: una tradicional y otra con ayuda de ultrasonido. El ultrasonido permite ver las estructuras internas en tiempo real, lo que puede facilitar el procedimiento, especialmente en pacientes con obesidad.

La duración del estudio será de un solo día y participarán aproximadamente 22 pacientes adultos, hombres y mujeres, con diagnóstico de obesidad y programados para cirugía que requiera bloqueo del eje neuroaxial (anestesia en la espalda).

### Procedimiento

Durante su atención anestésica, se le asignará de forma aleatoria a uno de dos grupos: Grupo A (técnica tradicional) o Grupo B (uso de ultrasonido para marcar el sitio antes del

bloqueo). Se realizará una valoración preanestésica habitual y se aplicará la técnica correspondiente bajo supervisión médica.

### **Riesgos y beneficios**

Los riesgos son similares a los de cualquier anestesia en la espalda: puede presentarse dolor leve en el sitio de punción, mareo, dolor de cabeza, sangrado o, en casos muy raros, daño nervioso o paso accidental de la aguja al líquido del cerebro. Estos eventos son poco frecuentes y el personal está capacitado para atenderlos.

El beneficio esperado es una mayor precisión al colocar la anestesia y, por tanto, una menor probabilidad de intentos fallidos o molestias durante el procedimiento.

### **Confidencialidad**

Toda la información que se obtenga de usted será confidencial. Su nombre no aparecerá en ningún reporte ni publicación. Solo el equipo investigador tendrá acceso a los datos y estos se identificarán mediante un código numérico. Si decide retirarse del estudio, puede solicitar la eliminación de sus datos.

### **Derechos del participante**

Su participación es completamente voluntaria. Puede negarse o retirarse en cualquier momento sin perder su derecho a recibir atención médica. No recibirá ningún pago ni tendrá gastos por participar. En caso de algún daño relacionado con el estudio, recibirá la atención médica necesaria conforme a la ley.

### **Dudas y contacto**

Si tiene preguntas sobre el estudio, puede comunicarse con la Dra. Andrea Castro de los Santos al teléfono 444 220 8023 o con la residente Maira Yesenia Rosales Hinojosa al 449 290 3926. Para dudas sobre sus derechos como participante, puede contactar al Comité de Ética del Centenario Hospital Miguel Hidalgo al teléfono 449 994 6720 ext. 8646.

### **Declaración de consentimiento**

He leído y comprendido la información anterior. Se me explicó con palabras claras el propósito, los riesgos y beneficios del estudio. He tenido oportunidad de hacer preguntas y todas fueron respondidas satisfactoriamente. Entiendo que mi participación es voluntaria y

que puedo retirarme cuando lo desee sin afectar mi atención médica. Doy mi consentimiento para participar en este estudio.

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Domicilio del participante: \_\_\_\_\_

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador que obtiene el consentimiento:

**ACCIONES A SEGUIR DESPUÉS DEL TÉRMINO DEL ESTUDIO:**

Usted puede solicitar los resultados de sus exámenes clínicos y de las conclusiones del estudio. La investigación es un proceso largo y complejo. El obtener los resultados finales del proyecto puede tomar varios meses.

**PARTICIPACIÓN Y RETIRO DEL ESTUDIO:**

Su participación es VOLUNTARIA. Si usted decide no participar, no se afectará su relación con el Centenario Hospital Miguel Hidalgo o su derecho para recibir atención médica o cualquier servicio al que tenga derecho. Si decide participar, tiene la libertad para retirar su consentimiento e interrumpir su participación en cualquier momento sin perjudicar su atención en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Se le informará a tiempo si se obtiene nueva información que pueda afectar su decisión para continuar en el estudio.

El estudio puede ser terminado en forma prematura si **se presentaran múltiples eventos adversos durante la realización del mismo o si la aplicación de las técnicas no fuera óptima**

Los procedimientos que serán necesarios si usted termina su participación en el estudio son: **Continuar acudiendo a sus estudios de laboratorio y visitas de seguimiento como lo ha hecho desde el trasplante y hasta antes de este estudio.**

**CONFIDENCIALIDAD Y MANEJO DE SU INFORMACIÓN**

Su nombre y datos personales no serán utilizados en ninguno de los estudios de investigación que estén relacionados con condiciones distintas a las estudiadas en este

proyecto, y estos estudios deberán ser sometidos a aprobación por un Comité de Ética.

Si bien existe la posibilidad de que su privacidad sea afectada como resultado de su participación en el estudio, su confidencialidad será protegida como lo marca la ley, asignando códigos a su información. El código es un número de identificación que no incluye datos personales. Ninguna información sobre su persona será compartida con otros sin su autorización, excepto:

- Si es necesario para proteger sus derechos y bienestar (por ejemplo, si ha sufrido una lesión y requiere tratamiento de emergencia); o
- Es solicitado por la ley.

Personal del estudio (monitores o auditores) podrán tener acceso a la información de los participantes.

Si usted decide retirarse del estudio, podrá solicitar el retiro y de su información. Todas las hojas de recolección de datos serán guardadas con las mismas medidas de confidencialidad, y solo los investigadores titulares tendrán acceso a los datos que tienen su nombre. Si así lo desea, usted deberá poner en contacto con Dra. Maira Yesenia Rosales Hinojosa y expresar su decisión por escrito.

El Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo aprobó la realización de este estudio. Dicho comité es quien revisa, aprueba y supervisa los estudios de investigación en humanos en el Instituto. En el futuro, si identificamos información que consideremos importante para su salud, consultaremos con el Comité de Ética para que decidamos la mejor forma de darle esta información a usted y a su médico. Además, le solicitamos que nos autorice contactarlo, en caso de ser necesario, para solicitarle información que podría ser relevante para el desarrollo de este proyecto.

Los datos científicos obtenidos como parte de este estudio podrían ser utilizados en publicaciones o presentaciones médicas. Su nombre y otra información personal serán eliminados antes de usar los datos.

Si usted lo solicita su médico de cabecera será informado sobre su participación en el estudio.

## IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:

En caso de que usted sufra un daño relacionado al estudio, por favor póngase en contacto con la Dra. Maira Yesenia Rosales Hinojosa

Si usted tiene preguntas sobre el estudio, puede ponerse en contacto con: Dra. Maira Yesenia Rosales Hinojosa

Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en el estudio, puede hablar con el presidente del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (**Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646**).

## DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

He leído con cuidado este consentimiento informado, he hecho todas las preguntas que he tenido y todas han sido respondidas satisfactoriamente. Para poder participar en el estudio, estoy de acuerdo con todos los siguientes puntos:

Estoy de acuerdo en participar en el estudio descrito anteriormente. Los objetivos generales, particulares del reclutamiento y los posibles daños e inconvenientes me han sido explicados a mi entera satisfacción.

Estoy de acuerdo en donar de forma voluntaria mi información médica la cual podrá ser utilizada.

Estoy de acuerdo, en caso de ser necesario, que se me contacte en el futuro si el proyecto requiere coleccionar información adicional o si encuentran información relevante para mi salud.

Mi firma también indica que he recibido un duplicado de este consentimiento informado.

**Declaración del paciente:** Yo \_\_\_\_\_

declaro que es mi decisión participar en el estudio. Mi participación es voluntaria. He sido informado que puedo negarme a participar o terminar mi participación en cualquier momento del estudio sin que sufra penalidad alguna o pérdida de beneficios. Si suspendo mi participación, recibiré el tratamiento médico habitual al que tengo derecho en el

Centenario Hospital Miguel Hidalgo y no sufriré perjuicio en mi atención médica o en futuros estudios de investigación. Yo puedo solicitar información adicional acerca de los riesgos o beneficios potenciales derivados de mi participación en el estudio. Puedo obtener los resultados de mis exámenes clínicos si los solicito. Si tengo preguntas sobre el estudio, puedo ponerme en contacto Dr. Maira Yesenia Rosales Hinojosa **Tel 449 290 3960**. Si usted tiene preguntas sobre sus derechos como participante en el estudio, problemas, preocupaciones o preguntas, obtener información u ofrecer información sobre el desarrollo del estudio, siéntase en la libertad de hablar con el coordinador del Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo (**Dr. Jaime Asael López Valdez, teléfono: 449 994 6720 ext. 8646**). Debo informar a los investigadores de cualquier cambio en mi estado de salud (por ejemplo, uso de nuevos medicamentos, cambios en el consumo de tabaco) o en la ciudad donde resido, tan pronto como sea posible. He leído y entendido toda la información que me han dado sobre mi participación en el estudio. He tenido la oportunidad para discutirlo y hacer preguntas. Todas las preguntas han sido respondidas a mi satisfacción. He entendido que recibiré una copia firmada de este consentimiento informado.

---

Nombre del Participante

Firma del Participante

---

Fecha

---

Coloque la huella digital del participante sobre esta línea si no sabe escribir

---

Nombre del representante legal (si aplica)

Firma del representante legal

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre del Investigador que explicó el documento

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Nombre del Testigo

\_\_\_\_\_  
Firma del Testigo


\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Relación con el participante:

Dirección: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

### Instrumento de evaluación

 <b>ISSEA</b> <small>Secretaría de Salud</small>	<b>COMITÉ DE INVESTIGACIÓN</b> PROPUESTA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	<b>Centenario Hospital Miguel Hidalgo</b>
<b>Hoja de Recolección de Datos</b> Protocolo: Eficacia del Ultrasonido en Bloqueo Neuroaxial en en pacientes con Obesidad en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo		
<b>I. Identificación</b> N° Expediente: _____ Fecha Procedimiento: ____/____/____		
<b>II. Datos Básicos</b> Edad (años completos): _____ Sexo: <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Masculino Peso (kg): _____ Talla (cm): _____ IMC calculado (kg/m <sup>2</sup> ): _____		
<b>III. GRUPO Y PROCEDIMIENTO</b> Grupo asignado: <input type="checkbox"/> ULTRASONIDO (Marcaje previo) <input type="checkbox"/> PALPACIÓN (Técnica estándar) N° intentos de punción: _____ Abordaje utilizado: <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Paramediano <input type="checkbox"/> Taylor Posición del paciente: _____		
<b>IV. VARIABLES PRINCIPALES</b> Éxito en s2 intentos: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Complicaciones: Punción hemática (>2 ml): <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No Lumbalgia a 48h: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
<b>V. OPERADOR</b> Tipo de profesional: <input type="checkbox"/> Anestesiólogo <input type="checkbox"/> Residente Experiencia en ecografía (años): _____		
<b>VI. OBSERVACIONES:</b> _____ _____ _____		
Nombre y firma del recolector: _____		

## ORGANIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Cronograma: Por etapas o meses de investigación

ACTIVIDAD/MES-AÑO	<i>Abr</i> 25	<i>May</i> 25	<i>Jun</i> 25	<i>Julio</i> - 25	<i>Ago</i> 25	<i>Sep</i> 25	<i>Oct</i> 25	<i>Nov</i> 25	<i>Dic</i> 25	<i>Enero</i> 26
Idea de tesis	X									
Recolección bibliográfica	X	X	X							
Redacción de marco Teórico		X	X	X						
Revisión final por asesor previo envío a comité								X		
Entrega de protocolo de tesis								X		
Revisión/Aprobación de protocolo de tesis por parte de Comité								X		
Recolección de la muestra					X	X	X			
Análisis estadístico							X			
Presentación final de tesis										<b>X</b>