

Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica

Eliana Milena Berdugo Pereira

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Anestesiología y Reanimación

Directora

María Mónica Villa Acuña

Anestesióloga

Codirector

Héctor Julio Meléndez Flórez

Anestesiólogo - Magíster en Epidemiología

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Salud

Escuela de Medicina

Especialización en Anestesiología y Reanimación

Bucaramanga

2026

**Dedicatoria**

*A mi familia y mis profesores por acompañarme y apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus enseñanzas y por la motivación constante que hicieron posible este logro.*

### **Agradecimientos**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mi tutor, Dr. Héctor Julio Meléndez Flórez, médico anesthesiólogo, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo.

A la Dra. María Mónica Villa, médica anesthesióloga, por su apoyo académico y sus enseñanzas.

A la Universidad Industrial de Santander y al Hospital Universitario de Santander, por brindar los espacios, recursos y condiciones necesarias para la realización de este estudio.

A los profesores y compañeros de residencia, por su apoyo, colaboración y motivación constante a lo largo del proceso formativo.

Este estudio no hubiera sido posible sin el apoyo y la participación de cada uno de ellos.

**Tabla de Contenido**

Introducción .....	15
1. Planteamiento del problema.....	16
2. Pregunta de investigación .....	17
2.1 PICO .....	17
2.2 FINER.....	18
3. Hipótesis investigativa .....	19
4. Estado del arte y marco teórico.....	19
5. Objetivos.....	25
5.1 Objetivo general.....	25
5.2 Objetivos específicos .....	25
6. Justificación .....	26
7. Materiales y métodos .....	27
7.1 Tipo de estudio.....	27
7.2 Población.....	27
7.3 Criterios de inclusión: .....	27
7.4 Criterios de exclusión: .....	27
7.5 Tamaño muestral.....	28
7.6 Reclutamiento de participantes.....	28
7.7 Flujograma de actividades .....	32
7.8 Variables dependientes: .....	33
7.8.1 Variables de resultado secundarias:.....	37
7.9 Variables independientes .....	37

8. Aspectos éticos y legales .....	42
8.1 Aspectos éticos.....	42
8.2 Aspectos legales.....	45
9. Recolección y análisis de datos.....	46
10. Resultados .....	47
10.1 Características demográficas y clínicas de la población.....	47
10.2 Aspectos anatómicos y procedimentales del abordaje.....	48
10.3 Características ultrasonográficas de la población.....	49
10.3.1 Correlación entre mediciones ecográficas y profundidad de inserción de la aguja.....	49
10.4 Características del acto anestésico .....	51
10.5 Éxito del procedimiento.....	53
10.5.1 Número de intentos .....	53
10.5.2 Redireccionamientos.....	55
10.5.3 Correlación entre número de redireccionamientos y calidad de la imagen ecográfica.....	58
10.5.4 Tiempos clínicos .....	59
10.6 Relación entre la calidad de la imagen ecográfica y el desempeño clínico .....	60
10.7 Satisfacción global y seguridad del procedimiento .....	61
10.7.1 Satisfacción del paciente.....	61
10.7.2 Complicaciones periprocedimentales .....	62
10.7.3 Dificultad percibida y satisfacción del operador .....	62
10.7.4 Satisfacción del operador.....	66
10.8 Concordancia entre el nivel intervertebral estimado por palpación y el identificado por ultrasonografía .....	68

11. Discusión.....	70
12. Conclusiones.....	75
Referencias Bibliográficas .....	78
Apéndices.....	83

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Variables independientes .....	37
Tabla 2. Características demográficas y clínicas de la población (n = 70).....	47
Tabla 3. Aspectos anatómicos y procedimentales del abordaje (n = 70).....	48
Tabla 4. Características ultrasonográficas de la población (n = 70).....	49
Tabla 5. Correlación entre mediciones ecográficas y profundidad de inserción de la aguja.....	50
Tabla 6. Características del acto anestésico .....	52

**Lista de Figuras**

Figura 1. Marcación ecográfica y procedimiento de anestesia subaracnoidea .....	30
Figura 2. Imagen ecográfica lumbar en vista paramediana sagital.....	31
Figura 3. Imagen ecográfica lumbar en vista transversal .....	31
Figura 4. Flujograma de manejo del participante .....	32
Figura 5. Correlación entre la profundidad ecográfica del complejo LA-DD y la profundidad real de inserción de la aguja.....	50
Figura 6. Correlación entre la profundidad ecográfica del complejo DV-LLP y la profundidad real de inserción de la aguja.....	51
Figura 7. Éxito acumulado según el número de intentos .....	54
Figura 8. Éxito al primer intento según la calidad de la imagen ecográfica.....	55
Figura 9. Distribución de redireccionamientos.....	56
Figura 10. Correlación entre el número de intentos y el número de redireccionamientos .....	57
Figura 11. Correlación entre el número de redireccionamientos y la calidad de imagen ecográfica .....	58
Figura 12. Relación entre número de intentos y el tiempo hasta la obtención de LCR.....	59
Figura 13. Relación entre la calidad de imagen ecográfica y el desempeño clínico del procedimiento .....	60
Figura 14. Satisfacción del paciente .....	61
Figura 15. Distribución de la satisfacción del paciente según el número de intentos .....	62
Figura 16. Dificultad percibida por el operador.....	63
Figura 17. Satisfacción del operador .....	64
Figura 18. Distribución de la dificultad del procedimiento según el número de intentos .....	65

Figura 19. Correlación entre la calidad de la imagen ecográfica y la dificultad del procedimiento .....	66
Figura 20. Distribución de la satisfacción del operador según número de intentos .....	67
Figura 21. Correlación entre satisfacción del operador y calidad de imagen ecográfica .....	68
Figura 22. Concordancia entre el nivel intervertebral estimado por palpación y el identificado por ultrasonografía .....	69

**Lista de Fórmulas**

Fórmula 1. Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US .....	33
Fórmula 2. Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el primer intento.....	33
Fórmula 3. Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el segundo intento .....	34
Fórmula 4. Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el tercer intento .....	34
Fórmula 5. Proporción de pacientes que no requirieron redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US.....	35
Fórmula 6. Proporción de pacientes que requirieron 1 – 2 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US.....	35
Fórmula 7. Proporción de pacientes que requirieron 3 – 4 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US.....	36
Fórmula 8. Proporción de pacientes que requirieron 5 – 6 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US.....	36

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Aval del Comité de Ética de la UIS.....	83
Apéndice B. Aval del Comité de Ética del HUS .....	84
Apéndice C. Consentimiento informado.....	85
Apéndice D. Instrumento de recolección de datos.....	95
Apéndice E. Presupuesto general del estudio .....	99
Apéndice F. Presupuesto específico del personal .....	101
Apéndice G. Cronograma de actividades.....	102
Apéndice H. Producto logrado.....	103
Apéndice I. Link video ilustrativo .....	104

**Lista de Abreviaturas**

ASA: American Society of Anesthesiologists

CEINCI: Comité de Ética en Investigación Científica

DE: desviación estándar

DV-LLP: duramadre ventral - ligamento longitudinal posterior

G: medida Gauge

HUS: Hospital Universitario de Santander

IMC: Índice de masa corporal

LA-DD: ligamento amarillo - duramadre dorsal

LCR: líquido cefalorraquídeo

RI: rango intercuartil

UIS: Universidad Industrial de Santander

US: ultrasonido

## Resumen

**Título:** Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica \*

**Autores:** Eliana Milena Berdugo Pereira \*\*

**Palabras claves:** Anestesia Subaracnoidea; Ultrasonografía; Anciano; Procedimientos Guiados por Ultrasonido; Seguridad del Paciente.

### Descripción

**Introducción:** La anestesia subaracnoidea basada en reparos anatómicos puede ser imprecisa en adultos mayores debido a cambios degenerativos, lo que incrementa intentos de punción y complicaciones. El ultrasonido mejora la identificación anatómica y la planificación del abordaje, optimizando el desempeño clínico.

**Objetivos:** Determinar la proporción de éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en pacientes  $\geq 65$  años, según número de intentos, y evaluar redireccionamientos, tiempos clínicos, satisfacción y complicaciones asociadas.

**Metodología:** Cohorte prospectiva en 70 pacientes ASA I–III programados para cirugía electiva. El tamaño muestral se calculó con proporción esperada de éxito del 90% y poder del 80%. Se registraron variables clínicas, ecográficas y anestésicas, además de satisfacción del paciente y del operador. El análisis fue descriptivo y analítico. Estudio de riesgo mínimo con consentimiento informado.

**Resultados:** Se incluyeron 70 adultos mayores (84,3% ASA II). El éxito al primer intento fue 81,4% ( $n=57$ ; IC95%: 70,8–88,8) y el éxito global 100% (IC95%: 94,8–100), sin fallos definitivos. La mediana de redireccionamientos fue 1 (RI: 0–3) y 47,1% no requirió redireccionamientos. El tiempo de identificación y marcación fue 4 minutos (RI: 4–5) y el adicional para estructuras profundas 1 minuto (RI: 1,0–1,1). La profundidad ecográfica mostró fuerte correlación con la profundidad real. El tiempo hasta LCR fue  $1,05 \pm 0,35$  min, asociado al número de intentos ( $\beta=1,01$ ;  $R^2$  ajustado=0,75;  $p<0,001$ ). Las complicaciones fueron mínimas y leves, con alta satisfacción.

**Conclusiones:** La anestesia subaracnoidea asistida por ultrasonido demostró alta efectividad en población geriátrica evaluada, con elevada proporción de éxito al primer intento, bajo número de redireccionamientos y tiempos adecuados. La calidad de la imagen influyó en el desempeño clínico y las mediciones ecográficas confirmaron precisión predictiva. Su implementación sistemática favorece procedimientos más seguros, precisos y eficientes.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Salud, Escuela de Medicina. Especialización en Anestesiología y Reanimación. Directora: María Mónica Villa Acuña, Especialista en Anestesiología, Codirector: Héctor Julio Meléndez Flórez, Magíster en epidemiología

## Abstract

**Title:** Success of Ultrasound-Assisted Spinal Anesthesia in the Geriatric Population\*

**Authors:** Eliana Milena Berdugo Pereira\*\*

**Keywords:** Spinal Anesthesia; Ultrasonography; Aged; Ultrasound-Guided Procedures; Patient Safety.

### Description

**Introduction:** Spinal anesthesia based on anatomical landmarks may be imprecise in older adults due to degenerative changes, increasing the number of puncture attempts and complications. Ultrasound improves anatomical identification and procedural planning, optimizing clinical performance.

**Objectives:** To determine the success rate of ultrasound-assisted spinal anesthesia in patients  $\geq 65$  years according to the number of attempts, and to evaluate needle redirections, clinical times, patient and operator satisfaction, and associated complications.

**Methods:** Prospective cohort study including 70 ASA I–III patients scheduled for elective surgery. Sample size was calculated based on an expected 90% success rate and 80% statistical power. Clinical, ultrasound, and anesthetic variables were recorded, along with patient and operator satisfaction. Data were analyzed descriptively and analytically. The study was classified as minimal risk and conducted with informed consent.

**Results:** Seventy older adults were included (84.3% ASA II). First-attempt success was 81.4% ( $n=57$ ; 95% CI: 70.8–88.8), and overall success was 100% (95% CI: 94.8–100), with no definitive failures. The median number of needle redirections was 1 (IQR: 0–3), and 47.1% required none. Identification and marking time was 4 minutes (IQR: 4–5), with an additional 1 minute (IQR: 1.0–1.1) for deep structures. Ultrasound-measured depth showed strong correlation with actual needle insertion depth. Time to cerebrospinal fluid return was  $1.05 \pm 0.35$  minutes and was associated with the number of attempts ( $\beta=1.01$ ; adjusted  $R^2=0.75$ ;  $p<0.001$ ). Complications were minimal and mild, with high satisfaction reported.

**Conclusions:** Ultrasound-assisted spinal anesthesia demonstrated high effectiveness in the evaluated geriatric population, with a high first-attempt success rate, few redirections, and appropriate procedural times. Image quality influenced clinical performance, and ultrasound measurements confirmed predictive accuracy. Systematic implementation may promote safer, more precise, and efficient procedures.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Health Sciences, School of Medicine. Specialization in Anesthesiology and Resuscitation. Director: María Mónica Villa Acuña, MD, Anesthesiologist. Co-directors: Héctor Julio Meléndez Flórez, MD, Anesthesiologist, MSc in Epidemiology.

### **Introducción**

La técnica ideal para la anestesia subaracnoidea requiere una punción dural exitosa en el primer avance de la aguja (1). El objetivo es reducir el número de intentos, con el fin de disminuir el riesgo de complicaciones y mejorar la satisfacción del paciente.

El ultrasonido (US) como herramienta de apoyo para el abordaje de la anestesia subaracnoidea ha demostrado beneficios en pacientes con riesgo de anestesia neuroaxial difícil, como aquellos con obesidad, cirugía previa de columna o deformidades anatómicas, así como en los adultos mayores, quienes con frecuencia presentan cambios degenerativos de la columna vertebral que dificultan la identificación de los reparos anatómicos. Su utilización facilita el procedimiento al permitir una mejor orientación anatómica y una mayor precisión en la identificación del espacio intervertebral, lo que incrementa la probabilidad de éxito de la punción y reduce las complicaciones asociadas al procedimiento, mejorando así la calidad de la atención (2).

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar la proporción de éxito del abordaje asistido por ultrasonido en la anestesia subaracnoidea en la población geriátrica de nuestro hospital y, a partir de sus resultados, contribuir a la evidencia científica disponible sobre el tema, con el propósito de apoyar la toma de decisiones clínicas en la selección de la técnica más adecuada para esta población, orientada a mejorar la calidad de la atención y fortalecer la seguridad del paciente.

## 1. Planteamiento del problema

La anestesia subaracnoidea se ha basado tradicionalmente en una técnica guiada por puntos de referencia anatómicos superficiales; sin embargo, este abordaje puede resultar difícil en pacientes con alteraciones anatómicas de la columna lumbar y no siempre permite una identificación precisa del espacio intervertebral deseado, pudiendo extenderse hasta dos espacios intervertebrales por encima de lo esperado. A esto se suma que un porcentaje no despreciable de la población presenta el cono medular por debajo de L1, lo que incrementa el riesgo de punción o lesión medular (3).

La edad avanzada, la escoliosis, la obesidad y la cirugía previa de columna son predictores de anatomía lumbar difícil y de punción desafiante, debido a la dificultad para la palpación de los reparos anatómicos. Esto se asocia, en muchos casos, con múltiples intentos de punción, una mayor incidencia de complicaciones como cefalea postpunción dural, parestesias, punción vascular, inserción traumática u otras complicaciones mecánicas, incluido el hematoma espinal, así como con mayor incomodidad e insatisfacción del paciente.

Los adultos mayores representan un desafío particular para el anesestesiólogo, ya que los cambios degenerativos del disco intervertebral y de las articulaciones vertebrales, junto con la distorsión y compresión de los espacios intervertebrales propios del envejecimiento, dificultan el procedimiento y se asocian con un mayor número de intentos de punción y, en consecuencia, con un incremento del riesgo de complicaciones. Por tal motivo, se requieren nuevas estrategias que mejoren el éxito de la anestesia subaracnoidea en pacientes con predictores de anatomía lumbar difícil (4).

En este contexto, el US ha surgido como una herramienta que facilita el abordaje de la anestesia subaracnoidea, al proporcionar información anatómica confiable y permitir una identificación más precisa de los espacios intervertebrales. Su uso se ha asociado con una mayor proporción de éxito al primer intento en pacientes con reparos anatómicos difíciles, así como con la reducción del número de intentos, del tiempo de punción, del riesgo de complicaciones y con un aumento de la satisfacción del paciente (5).

No obstante, el número de estudios que comparan la técnica basada en reparos anatómicos con la asistencia ecográfica en la población geriátrica sigue siendo limitado, por lo que hasta la fecha no existe una indicación concluyente de que la técnica asistida por US sea superior en esta población (6-15). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar, en nuestro medio, el éxito del abordaje ecoguiado de la anestesia subaracnoidea en pacientes geriátricos y, a partir de sus resultados, contribuir a la evidencia científica disponible, con el fin de apoyar la toma de decisiones clínicas en la selección de la técnica más adecuada para esta población, orientada a mejorar la calidad de la atención y la seguridad del paciente.

## **2. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la proporción de éxito del abordaje asistido por ultrasonido de la anestesia subaracnoidea en la población geriátrica?

### **2.1 PICO**

Población (P): Población mayor o igual a 65 años llevada a cirugía susceptible de recibir técnica anestésica subaracnoidea.

Intervención (I): Abordaje asistido por US en anestesia subaracnoidea.

Comparador (C): Abordaje asistido por US en anestesia subaracnoidea versus lo reportado en la literatura.

Desenlace (O): Éxito del abordaje asistido por US en anestesia subaracnoidea.

## **2.2 FINER**

Factibilidad (F): El estudio es factible, dado que existe un amplio número de pacientes que cumplen los criterios de elegibilidad, en concordancia con la alta demanda quirúrgica de la población geriátrica en nuestro medio. Además, se cuenta con los recursos humanos, económicos y materiales necesarios para el desarrollo del estudio. Tanto la investigadora principal como los asesores poseen la experiencia técnica y metodológica requerida para alcanzar los objetivos propuestos.

Interesante (I): El estudio resulta de interés para la comunidad científica y médica, ya que contribuirá a la evidencia disponible sobre el uso del ultrasonido en la anestesia subaracnoidea y facilitará la toma de decisiones clínicas, orientadas a mejorar la calidad de la atención y la seguridad del paciente geriátrico.

Novedoso (N): Los resultados permitirán evaluar en nuestro medio la utilidad de la asistencia ecográfica en la anestesia subaracnoidea en la población geriátrica, contribuyendo a ampliar la limitada evidencia existente en este grupo etario específico.

Ético (E): Se trata de un estudio observacional y analítico, clasificado como de riesgo mínimo. La ecografía es un procedimiento seguro, que emplea ondas de sonido de baja potencia y no se asocia con riesgos conocidos para los participantes. Se adoptarán las medidas necesarias para minimizar cualquier posible riesgo, y los procedimientos serán realizados por profesionales capacitados y con experiencia. El estudio contará con consentimiento informado escrito y se ajustará a los principios éticos y científicos vigentes.

Relevante (R): La relevancia del estudio radica en el aporte de evidencia clínica para definir el abordaje más adecuado de la anestesia subaracnoidea en pacientes geriátricos, con el fin de mejorar la calidad de la atención y fortalecer la seguridad del paciente.

### **3. Hipótesis investigativa**

El abordaje asistido por ultrasonido en la anestesia subaracnoidea presenta una mayor proporción de éxito que la reportada en la literatura en la población geriátrica.

### **4. Estado del arte y marco teórico**

La anestesia subaracnoidea, también conocida como espinal, raquídea o intradural, es un tipo de anestesia neuroaxial que consiste en la colocación de una aguja entre las vértebras lumbares hasta alcanzar el espacio subaracnoideo y allí administrar mediante una inyección única el anestésico local en el líquido cefalorraquídeo (LCR) para anestesiar los nervios que salen de la medula espinal (bloqueo simpático, sensitivo y/o motor) en función de la dosis, la concentración o el volumen del anestésico administrado (16). Este tipo de anestesia es usada frecuentemente en procedimientos de las extremidades inferiores, el abdomen inferior, la pelvis y el perineo (17).

La forma más frecuente de determinar el espacio interespinoso apropiado y el punto de inserción de la aguja es mediante la palpación de los puntos de referencia anatómicos superficiales. Esta técnica requiere una adecuada posición del paciente y una correcta identificación de los puntos de reparo anatómicos (palpación de las apófisis espinosas en línea media de la espalda e identificación de la línea de Tuffier, la línea imaginaria trazada entre las crestas iliacas que

teóricamente interseca el cuerpo de L4). Sin embargo, esta técnica no es completamente precisa con los espacios intervertebrales esperables según la referencia, pudiendo extenderse hasta dos espacios intervertebrales por arriba de lo esperado, esto sumado a que en un porcentaje nada despreciable de la población tiene el cono medular por debajo de L1, aumentando el riesgo de punción o lesión del mismo, particularmente en pacientes de edad avanzada, con obesidad, escoliosis o cirugía de columna lumbar previa que son algunos de los factores que dificultan la anestesia subaracnoidea guiada por puntos de referencia (18).

Durante los últimos años, a nivel mundial, se está experimentando un crecimiento en el número de pacientes mayores de 65 años llevados a cirugía, incluso existen datos que esta población es sometida a cirugía con más frecuencia que las poblaciones más jóvenes y la anestesia subaracnoidea es ampliamente utilizada en esta población (19), sin embargo se puede ver afectado el éxito de la misma por los cambios degenerativos relacionados con el envejecimiento, la osificación de los ligamentos interespinosos, la hipertrofia de las articulaciones facetarias y el estrechamiento de los espacios interespinosos que hacen que sea difícil acceder al espacio subaracnoideo. Adicionalmente, la población geriátrica presenta problemas que hacen que sea más difícil su posicionamiento para la colocación de la anestesia subaracnoidea como la cifosis dorsal, tendencia a flexionar las caderas y las rodillas debido a cambios osteoartroíticos, disminución del rango de movimiento en las extremidades (20).

Los cambios descritos anteriormente hacen que la anestesia subaracnoidea en la población geriátrica presente desafíos pudiendo generar múltiples intentos de punción y riesgo de traumatismo por la aguja, aumentando el riesgo de complicaciones como hematoma epidural/espinal, daño neural y dolor de cabeza posterior a la punción dural, así como dolor local, incomodidad e insatisfacción del paciente, en comparación con la población joven (18). Por tal

motivo, se requieren nuevas técnicas que minimicen estas dificultades descritas y que logren brindar una mejor atención a esta población.

#### Ultrasonido en anestesia subaracnoidea

Con la introducción del US como herramienta diagnóstica e intervencionista, ha surgido un especial interés por el uso de la ecografía en anestesia neuroaxial. Esta herramienta fue utilizada por primera vez en 1971, y hoy en día se está convirtiendo en una herramienta cada vez más usada entre los anestesiólogos (21-23). A través de los espacios interlaminares entre vertebra adyacentes, la ecografía permite el ingreso de las ondas sonoras al canal vertebral y de esta manera obtener una imagen para ingresar al espacio subaracnoideo con la aguja espinal. Comúnmente se usa un transductor curvo de baja frecuencia (2 a 5 MHz) para el reconocimiento anatómico escaneando la espalda tanto en el plano longitudinal como en el transversal siguiendo los siguientes pasos (23):

1. Identificación de los espacios intervertebrales (vista longitudinal): se comienza la visualización a nivel del sacro con el transductor ubicado a 2-3 cm lateral a la línea media. A ese nivel el sacro se identifica como una estructura hiperecótica continua e ininterrumpida. Posteriormente el transductor se desplaza lentamente en dirección cefálica hasta visualizar una línea hiperecótica parecida a «dientes de serrucho» correspondiente a los procesos articulares facetarios y entre cada «diente de serrucho» se ubican áreas de ecogenicidad mixta que representan los espacios intervertebrales los cuales pueden ser identificados realizando un conteo progresivo desde la región sacra hacia arriba (L5-S1 hasta L2-L3). El nivel con el espacio intervertebral más amplio es el de primera elección para la punción.

2. Identificación de la línea media (vista transversal): posteriormente el transductor se rota 90 grados manteniendo el punto medio del mismo al nivel del espacio intervertebral seleccionado;

se desliza suavemente hasta observar la sombra acústica de las apófisis espinosas. El punto medio del eje largo del transductor corresponde a la línea media de la columna vertebral donde se puede identificar una banda horizontal hiperecótica correspondiente al complejo ligamento amarillo-duramadre dorsal (LA-DD) y una segunda banda horizontal hiperecótica más profunda correspondiente a la «unidad o complejo duramadre ventral- ligamento longitudinal posterior (DV-LLP) y cuerpo vertebral», adicionalmente se identifica el saco dural como un espacio hipoeoico entre las bandas y los procesos articulares facetarios y apófisis transversas como estructuras paramediales hiperecóticas.

3. Marcación de la piel en el punto de inserción de la aguja: en la vista transversal el espacio interespinoso se ubica en el centro de la pantalla del US. Las líneas se dibujan con un marcador no tóxico perpendiculares al transductor en cada posición marcando el punto medio del eje largo y corto y luego se cruzan para formar una cruz que indica el punto de inserción de la aguja.

4. Realización de anestesia subaracnoidea de la forma habitual guiada por las marcas de la piel.

El US neuroaxial es una herramienta rápida de usar, portátil, segura y es particularmente útil en población geriátrica con puntos de referencia anatómicos difíciles, facilitando la realización de la anestesia espinal al permitir una orientación anatómica, una mayor precisión en la identificación del espacio intervertebral deseado aumentando así la probabilidad de éxito de la punción, al mismo tiempo que disminuye las complicaciones asociadas al procedimiento, mejorando la calidad de atención del paciente (6). En la población geriátrica, el espacio intervertebral L5-S1 es el espacio que se identifica más fácilmente, por lo que localizarlo puede ser de utilidad al momento de realizar la punción en esta población (7).

Los estudios que comparan el éxito de la anestesia subaracnoidea asistida por ecografía frente a la técnica guiada por reparo anatómico en población geriátrica evidencian que la asistencia ecográfica mejora el rendimiento técnico de la anestesia espinal, facilitando su realización, aumentando la proporción de éxito en el primer paso y en el primer intento de inserción de la aguja al espacio subaracnoideo, disminuyendo los intentos de inserción de la aguja, el tiempo de punción, las puntuaciones de dolor e incomodidad peri procedimiento y mejorando así la satisfacción del paciente (6-15). Park et al (13), reportan una proporción de éxito en el primer intento del 65% en el grupo de US frente a 17,5% en el grupo de reparo anatómico y una proporción de éxito en el primer intento de 90% en el grupo de US frente a 50% en el grupo de referencia, siendo la punción dural exitosa en todos los pacientes del grupo de US en dos intentos. El mismo autor en otro estudio (15) similar describe una proporción de punción dural exitosa en el primer intento en el grupo de US del 50% frente al 9.1% en el grupo de referencia y similar al primer estudio mencionado una punción dural en todos los pacientes del grupo de US en 2 intentos. Así mismo, Bo Qu et al, (9) reportan una proporción de éxito en el primer intento del 70% en el grupo de US frente a 20% en el grupo de reparo anatómico y una proporción de éxito en dos intentos del 82,5% en el grupo de US frente a 40 % en el grupo de reparo anatómico con una proporción de éxito del primer intento en el grupo de US, dos veces mayor que en el grupo de referencia (85% frente a 42,5%, respectivamente). Yasin Uyel et al (11), describen una proporción de éxito de anestesia subaracnoidea en el primer intento de inserción de la aguja del 74.4% con US frente a 53.8% en el grupo de reparo anatómico. Todos los resultados mencionados previamente dan lugar a sugerencias prácticas que fomentan el uso del US neuroaxial para la anestesia subaracnoidea en esta población, mereciendo consideración para su aplicación en la práctica clínica.

Una de las limitaciones del US es que los resultados pueden variar según la habilidad y experiencia del operador por lo que es importante practicarla en pacientes con anatomía espinal normal antes de intentarlo en pacientes con anatomía anormal (11). Así lo refleja un estudio que demostró que para los anestesiólogos con experiencia en ultrasonografía neuroaxial, el uso del US reduce significativamente las dificultades técnicas de la anestesia subaracnoidea en pacientes con anatomía espinal anormal en comparación con la técnica guiada por puntos de referencia con una proporción de éxito en el primer intento del 50% en el grupo de US frente al 9,1% en el grupo de referencia anatómica, logrando la punción dural en 2 intentos de inserción de la aguja en todos los pacientes en el grupo de US (13). Por el contrario, cuando la anestesia subaracnoidea en población de edad avanzada fue realizada por médicos residentes en formación, el abordaje ecográfico previo al procedimiento no mejoró la facilidad de la anestesia espinal en comparación con la técnica convencional de raparos anatómicos con una proporción de punción dural exitosa en el primer intento de 77% en referencia anatómica frente a 73% en el grupo de ultrasonografía abordaje mediano y 42% con ecografía abordaje paramediano (14).

## 5. Objetivos

### 5.1 Objetivo general

Determinar la proporción de éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en la población geriátrica.

### 5.2 Objetivos específicos

Describir la proporción de intentos de inserción de la aguja necesarios para alcanzar el éxito.

Determinar la proporción de éxito al espacio subaracnoideo en el primer, segundo y tercer intento.

Describir la proporción de redireccionamientos de la aguja necesarios para alcanzar el éxito.

Describir el tiempo total requerido para la realización de la técnica anestésica subaracnoidea.

Describir el grado de satisfacción del paciente y del anestesiólogo posterior a realizar el procedimiento.

Describir las características anatómicas evaluadas por ultrasonografía en la población estudiada.

Describir las características sociodemográficas y variables clínicas de la población geriátrica incluida.

## 6. Justificación

El US es una tecnología portátil, segura, no invasiva y de fácil uso, que representa uno de los principales avances en el campo de la anestesia regional. Su implementación ha demostrado un impacto positivo en el beneficio del paciente, por lo que su utilización se ha integrado de manera progresiva en la práctica clínica rutinaria de los anesthesiólogos para la realización de diversos procedimientos anestésicos, entre ellos los bloqueos neuroaxiales. La asistencia ecográfica en el abordaje del neuroeje ha demostrado beneficios particularmente en pacientes con mayor riesgo de dificultad para la anestesia neuroaxial, como aquellos con obesidad, edema, cirugía previa de columna o deformidades anatómicas. En estos escenarios, el US facilita la orientación anatómica, permite la identificación precisa de la línea media y del espacio intervertebral, y aumenta la probabilidad de éxito de la punción, al tiempo que reduce las complicaciones asociadas al procedimiento y mejora la satisfacción del paciente, contribuyendo así a una mayor calidad de la atención (24).

El abordaje ecoguiado del neuroeje constituye una de las líneas de investigación de nuestro grupo, y la disponibilidad de ultrasonido en las salas de cirugía de nuestra institución motiva la generación de evidencia local que respalde su uso como herramienta de apoyo en la anestesia subaracnoidea. A pesar de los beneficios descritos, la evidencia científica disponible sobre la proporción de éxito de la anestesia subaracnoidea asistida por US en la población geriátrica es limitada, y los datos que sustentan su utilización rutinaria en este grupo etario siguen siendo insuficientes. En este contexto, resulta pertinente desarrollar estudios que evalúen de manera sistemática la proporción de éxito y los desenlaces clínicos de la anestesia subaracnoidea guiada por US en adultos mayores, con el fin de aportar evidencia que permita orientar la selección de la

técnica raquídea más adecuada para esta población, fortaleciendo tanto la calidad de la atención como la seguridad del paciente. En este sentido, se espera que el presente estudio contribuya al conocimiento existente y represente un aporte relevante en este campo.

Por último, este estudio hace parte del trabajo de grado de la investigadora principal y constituye uno de los requisitos exigidos por la Universidad Industrial de Santander (UIS) para optar al título de Especialista en Anestesiología y Reanimación.

## **7. Materiales y métodos**

### **7.1 Tipo de estudio**

Se trató de un estudio analítico de corte transversal.

### **7.2 Población**

Fueron elegibles los participantes en estado I-III de la Sociedad Estadounidense de Anestesiólogos (ASA) mayores o iguales a 65 años llevados a cirugía electiva o de urgencia susceptible de recibir anestesia subaracnoidea.

### **7.3 Criterios de inclusión:**

Participantes en estado I-III de la ASA, llevados a cirugía electiva o de urgencia a quienes se les administrará anestesia subaracnoidea según criterio del anestesiólogo a cargo.

### **7.4 Criterios de exclusión:**

Participantes con deterioro neuro-psiquiátrico que impida completar el proceso del consentimiento informado.

### **7.5 Tamaño muestral**

Basado en los diferentes estudios con reportes de éxito en anestesia subaracnoidea mediante el uso de US del 90%, se calculó la muestra bajo los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza 95%
- Poder 80%
- Proporción de éxito asistido por US del 90%
- Delta del 15%.
- Tamaño muestral (n): 60 pacientes
- Ajuste por pérdidas 10%
- Total de la muestra : 66 participantes.

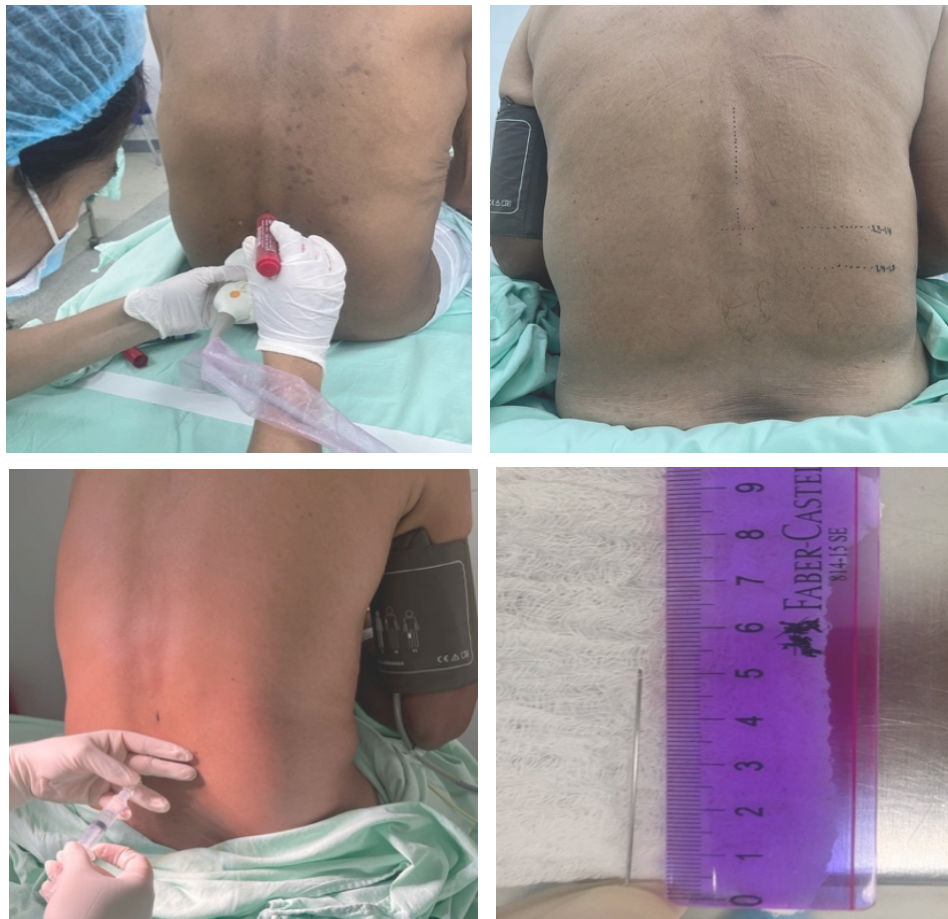
### **7.6 Reclutamiento de participantes**

Previa solicitud de autorización para el desarrollo del estudio en el marco del convenio docencia-servicio y de los convenios de investigación de la Universidad Industrial de Santander (UIS) con el Hospital Universitario de Santander (HUS), con aprobación del comité de ética de las instituciones (ver Anexo 1, pág. 83 y Anexo 2, pág. 84). Todos los participantes mayores o iguales a 65 años llevados a cirugía electiva o de urgencia candidatos a recibir anestesia subaracnoidea según criterio del anesthesiólogo a cargo fueron indagados sobre su voluntad de participar en el estudio. Aquellos que aceptaron la participación libre y voluntaria en el mismo, cumplieron con el criterio de inclusión y no presentaron deterioro neuro-psiquiátrico que impidió completar el proceso del consentimiento informado fueron los participantes reclutados para el estudio.

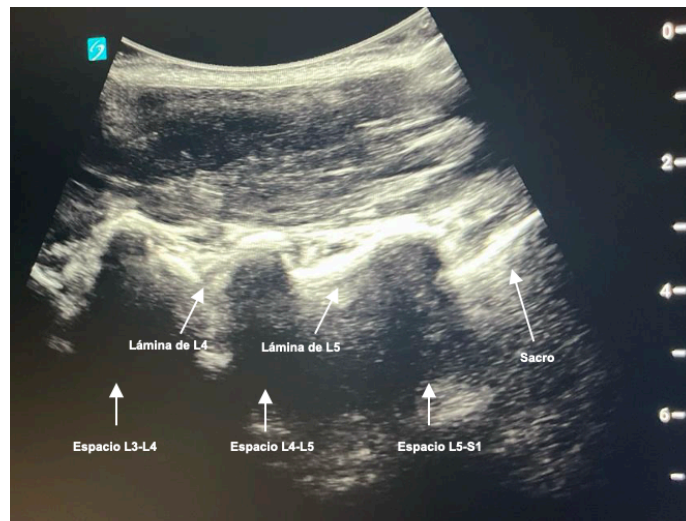
Los participantes incluidos en el estudio fueron indagados sobre variables sociodemográficas, antecedentes médico-quirúrgicos y variables clínicas. Los datos y la

información obtenida de los participantes se registró en una base de datos obtenida mediante el software Google Forms la cual fue diligenciada por la investigadora principal.

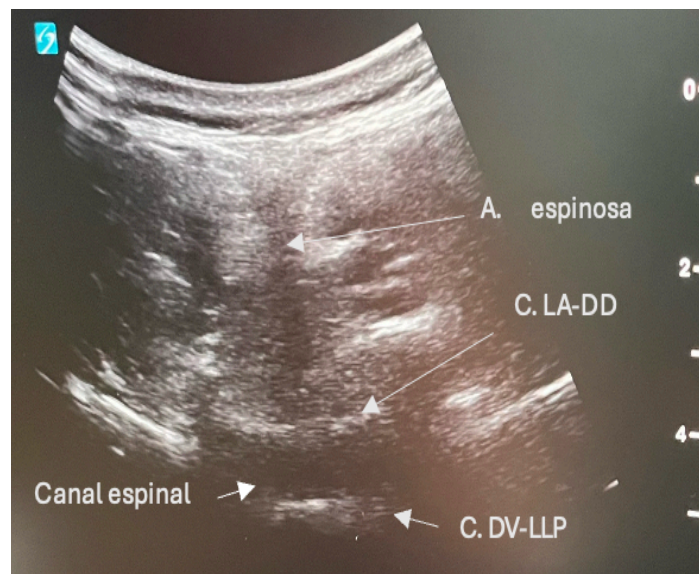
Posteriormente se procedió con el reconocimiento ecográfico con la ayuda de una sonda de US de baja frecuencia, realizando en su espalda movimientos lentos en diferentes direcciones para identificar la línea media de su columna vertebral y encontrar el espacio intervertebral a puncionar. Esta evaluación ecográfica fue realizada por médico residente en formación con experiencia en US neuroaxial. Previo a la punción y obteniendo la imagen ecográfica más clara (espacio más amplio y complejos LA-DD y DV-LLP bien definidos), se utilizó un marcador de piel estéril e imborrable para marcar en su espalda el punto medio del borde largo de la sonda y el punto medio del borde corto de la sonda para identificar el punto exacto de inserción de la aguja y luego se procedió a medir la distancia ecográfica al espacio intratecal. Una vez identificado el punto exacto a puncionar, se dejó a un lado la sonda ecográfica y se procedió a aplicar la anestesia raquídea de la forma habitual guiada por las marcas de la piel y la distancia medida al espacio intratecal. Una vez lograda la punción exitosa se midió la profundidad de inserción de la aguja hasta el borde de la piel. Se interrogó al participante sobre el grado de dolor y discomfort durante el procedimiento, así como su grado de satisfacción posterior al mismo. Además el operador ecográfico (residente en formación) describió el nivel de dificultad del procedimiento y su grado de satisfacción posterior al mismo. También se registraron complicaciones durante el procedimiento. (ver Figura 1-3)

**Figura 1.***Marcación ecográfica y procedimiento de anestesia subaracnoidea*

*Nota.* Imágenes clínicas obtenidas durante el estudio. Se evidencia la marcación ecográfica preprocedimental en la región lumbar, la identificación de los niveles intervertebrales, la delimitación de la línea media y la medición ecográfica de la profundidad al complejo LA-DD posterior a la punción raquídea.

**Figura 2.***Imagen ecográfica lumbar en vista paramediana sagital*

*Nota.* Imagen ecográfica obtenida durante el estudio. Se identifican las láminas de L4 y L5, el sacro y los espacios intervertebrales L3–L4, L4–L5 y L5–S1.

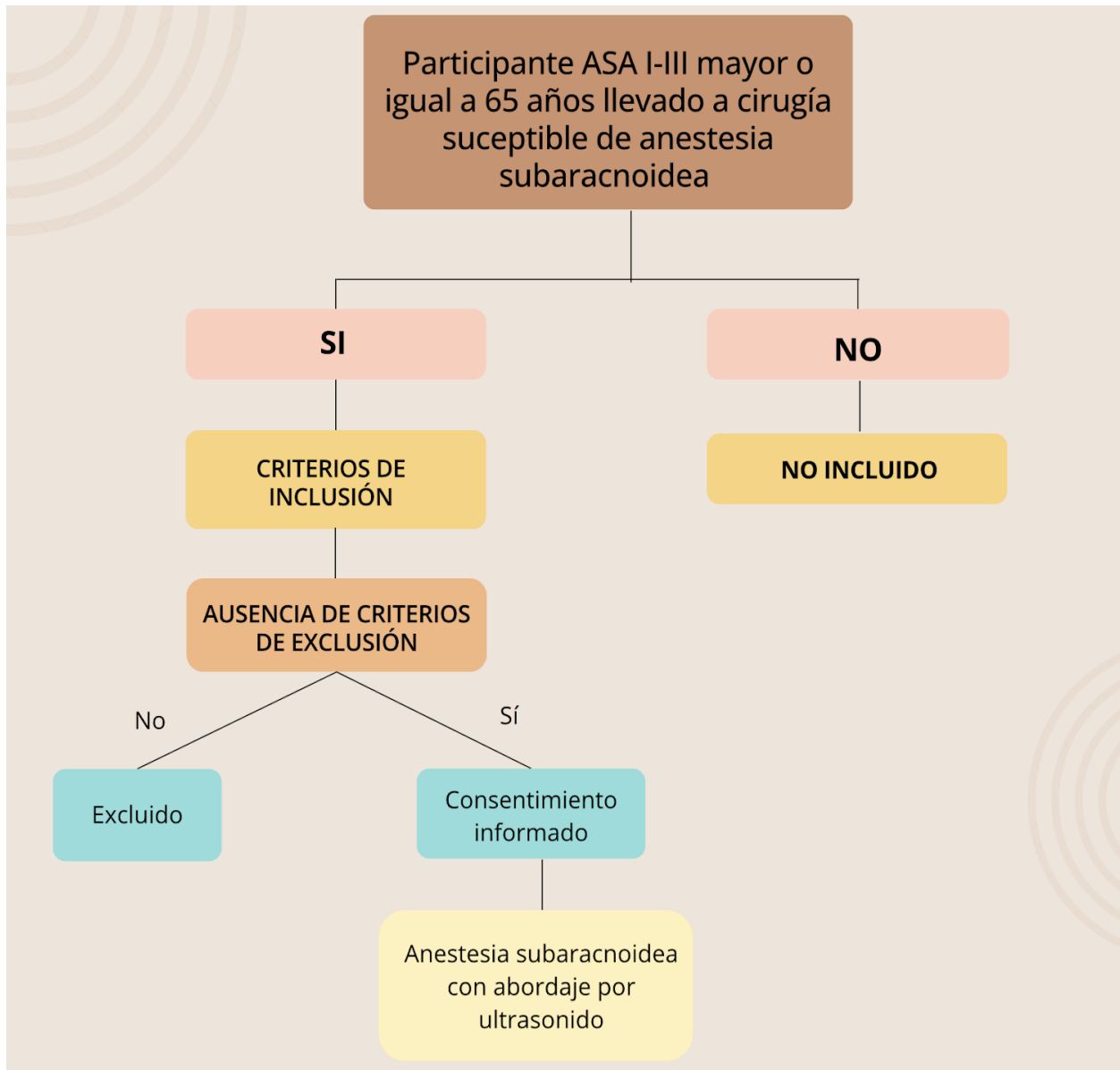
**Figura 3.***Imagen ecográfica lumbar en vista transversal*

*Nota.* Imagen ecográfica obtenida durante el estudio. Se identifican la apófisis espinosa, el canal espinal, el complejo LA-DD y el complejo DV-LLP.

## 7.7 Flujograma de actividades

**Figura 4.**

*Flujograma de manejo del participante*



*Nota.* Flujograma del proceso de inclusión, exclusión y realización del abordaje subaracnoideo asistido por ultrasonido en la población estudiada.

### 7.8 Variables dependientes:

Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US: inserción correcta de la aguja en el espacio subaracnoideo, evidenciada por la obtención de LCR confirmado por método visual y la posterior administración del anestésico local. El procedimiento se consideró exitoso cuando se logró dentro de los tres (3) primeros intentos de punción. (ver Fórmula 1)

#### Fórmula 1.

*Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US*

$$\text{Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US} \\ = (N^\circ \text{ de pacientes con obtención de LCR y administración del anestésico dentro} \\ \text{de los 3 primeros intentos de punción}) / (n) * 100$$

Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea en el primer intento: porcentaje de pacientes en quienes se logró la inserción correcta de la aguja en el espacio subaracnoideo, con retorno de LCR confirmado por método visual y la administración del anestésico local en el primer intento de punción. (ver Fórmula 2)

#### Fórmula 2.

*Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el primer intento*

$$\text{Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por} \\ \text{US en el primer intento} = \\ (N^\circ \text{ de pacientes en quienes se logró la obtención de LCR en el primer intento}) / (n) * 100$$

Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea en el segundo intento: porcentaje de pacientes en quienes se logró la inserción correcta de la aguja en el espacio subaracnoideo, con retorno de LCR confirmado por método visual y aplicación del anestésico local en el segundo intento de punción. (ver Fórmula 3)

**Fórmula 3.**

*Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el segundo intento*

$$\begin{aligned} & \textbf{Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por} \\ & \textbf{US en el segundo intento} = \\ & \text{(Nº de pacientes en quienes se logró la obtención de LCR en el segundo intento)} / (n) * 100 \end{aligned}$$

Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea en el tercer intento: porcentaje de pacientes en quienes se logró la inserción correcta de la aguja en el espacio subaracnoideo, confirmada por el retorno visible de LCR y la posterior administración del anestésico local en el tercer intento de punción. (ver Fórmula 4)

**Fórmula 4.**

*Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US en el tercer intento*

$$\begin{aligned} & \textbf{Proporción de éxito del abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por} \\ & \textbf{US en el tercer intento} = \\ & \text{(Nº de pacientes en quienes se logró la obtención de LCR en el tercer intento)} / (n) * 100 \end{aligned}$$

Proporción de pacientes que no requirieron redireccionamientos de la aguja para el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US: porcentaje de pacientes en quienes no fue necesario realizar redireccionamientos de la aguja para acceder al espacio subaracnoideo, confirmado por el retorno visible de LCR y la posterior administración del anestésico local. (ver Fórmula 5)

**Fórmula 5.**

*Proporción de pacientes que no requirieron redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US*

$$\begin{aligned} & \text{Proporción de pacientes que no requirieron redireccionamientos de la} \\ & \text{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US} \\ & = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de pacientes que no requirieron redireccionamientos de la} \\ & \text{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US}}{n} \right) * 100 \end{aligned}$$

Proporción de pacientes que requirieron 1–2 redireccionamientos de la aguja para el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US: porcentaje de pacientes en quienes fue necesario realizar 1-2 redireccionamientos de la aguja para acceder al espacio subaracnoideo, confirmado por el retorno visible de LCR y la posterior administración del anestésico local. (ver Fórmula 6)

**Fórmula 6.**

*Proporción de pacientes que requirieron 1 – 2 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US*

$$\begin{aligned} & \text{Proporción de pacientes que requirieron 1 – 2 redireccionamientos de la} \\ & \text{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US} \\ & = \left( \frac{\text{N}^\circ \text{ de pacientes que requirieron 1 – 2 redireccionamientos de la} \\ & \text{aguja para lograr abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US}}{n} \right) * 100 \end{aligned}$$

Proporción de pacientes que requirieron 3-4 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida pro US: porcentaje de pacientes en quienes fue necesario realizar 3-4 redireccionamientos de la aguja para acceder al espacio subaracnoideo,

confirmado por el retorno visible de LCR y la posterior administración del anestésico local. (ver Fórmula 7)

**Fórmula 7.**

*Proporción de pacientes que requirieron 3 – 4 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US*

$$\begin{aligned}
 & \textbf{Proporción de pacientes que requirieron 3 – 4 redireccionamientos de la} \\
 & \textbf{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US} \\
 & = \left( \frac{\text{Nº de pacientes que requirieron 3 – 4 redireccionamientos de la} \\
 & \text{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US}}{n} \right) * 100
 \end{aligned}$$

Proporción de pacientes que requirieron 5-6 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US: porcentaje de pacientes en quienes fue necesario realizar 5-6 redireccionamientos de la aguja para acceder al espacio subaracnoideo, confirmado por el retorno visible de LCR y la posterior administración del anestésico local. (ver Fórmula 8)

**Fórmula 8.**

*Proporción de pacientes que requirieron 5 – 6 redireccionamientos de la aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US*

$$\begin{aligned}
 & \textbf{Proporción de pacientes que requirieron 5 – 6 redireccionamientos de la} \\
 & \textbf{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea} \\
 & = \left( \frac{\text{Nº de pacientes que requirieron 5 – 6 redireccionamientos de la} \\
 & \text{aguja para lograr el abordaje de la anestesia subaracnoidea asistida por US}}{n} \right) * 100
 \end{aligned}$$

### 7.8.1 Variables de resultado secundarias:

Abordaje subaracnoideo ecográfico fallido: imposibilidad de acceder al espacio subaracnoideo guiado por US, evidenciada por la ausencia de obtención de LCR, tras la realización de hasta tres (3) intentos de punción.

Tiempo del intento exitoso: tiempo contabilizado en segundos desde que la aguja perfora la piel hasta que se obtiene retorno de LCR.

Tiempo total de la maniobra: tiempo contabilizado en segundos desde que la aguja perfora la piel hasta que se logra confirmación del espacio subaracnoideo y se administra el anestésico.

Número de intentos para lograr el abordaje exitoso del espacio subaracnoideo: número de punciones cutáneas independientes realizadas por el operador, entendidas como la necesidad de retirar completamente la aguja de la piel y volver a introducirla, hasta alcanzar el acceso exitoso al espacio subaracnoideo permitiendo hasta un máximo de tres (3) intentos.

Número de redireccionamientos para lograr el abordaje exitoso del espacio subaracnoideo: número de ajustes en la dirección de la aguja realizados por el operador durante una misma punción cutánea, sin retirar completamente la aguja de la piel, con el objetivo de alcanzar el acceso exitoso al espacio subaracnoideo.

### 7.9 Variables independientes

**Tabla 1.**

*Variables independientes*

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Consecutivo	Número asignado al instrumento	Cuantitativa ordinal	Numérica
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento del participante	Cuantitativa continua	Años
Género	Genotipo característico diferencial entre hombre y	Cualitativa dicotómica	Masculino Femenino

Variable	Definición	Tipo	Medida
	mujer consignado en la historia clínica		
Peso	Cantidad de masa que tiene un individuo	Cuantitativa continua	Kilogramos
Estatura	Altura desde los pies a la cabeza	Cuantitativa continua	Centímetros
Índice de masa corporal (IMC)	Razón matemática que asocia el peso y la estatura	Cuantitativa nominal	Kg/M2
Clasificación ASA	Clasificación de estado físico según la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA, siglas en inglés)	Cuantitativa discreta	I, II, III
Cirugía de columna lumbar previa	Historial de instrumentación quirúrgica de la columna vertebral lumbar	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Anormalidades anatómicas	Desviación lateral de la columna lumbar	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Facilidad de palpación de reparos anatómicos	Sencillez para la ubicación de las referencias anatómicas lumbares para identificar el espacio intervertebral deseado.	Cualitativa discreta	Fácil Moderada Difícil Imposible
Antecedente de anestesia neuroaxial difícil	Historial de dificultad previa para aplicación de anestesia neuroaxial	Cualitativa dicotómica	Sí o No
Comorbilidades	Presencia de enfermedades coexistentes diagnosticadas previamente al ingreso	Cualitativa nominal	Nombre de la patología preexistente
Especialidad	Servicio médico que realizará la cirugía	Cualitativa nominal	Especialidad quirúrgica
Tipo de cirugía	Característica del tiempo de preparación para la cirugía	Cualitativa dicotómica	Electiva Urgencia
Duración de la cirugía	Tiempo estimado de duración de la cirugía	Cuantitativa continua	Horas
Espacio intervertebral L3-L4	Espacio intervertebral L3-L4 identificado ecográficamente	Cualitativa dicotómica	Sí o No

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Espacio intervertebral adicional	Espacio intervertebral adicional identificado ecográficamente	Cualitativa discreta	L2-L3 L4-L5 L5-S1
Calidad de la imagen	Visibilidad ultrasonográfica de las estructuras anatómicas como el complejo LA-DD y DV-LLP	Cualitativa discreta	Nítida: (ambos complejos identificables claramente). Regular: (ambos complejos son identificables, pero con definición parcial o borrosa) Mala: (uno o ambos complejos no son identificables debido a interferencias importantes).
Tiempo para identificación del espacio intervertebral	Tiempo necesario para obtener una imagen ultrasonografía óptima de las estructuras o para identificación de las referencias anatómicas	Cuantitativa continua	Minutos
Profundidad al complejo LA-DD	Distancia ecográfica desde la piel hasta la porción anterior del complejo LA-DD	Cuantitativa continua	Centímetros
Profundidad al complejo DV-LLP	Distancia ecográfica desde complejo LA-DD al complejo DV-LLP	Cuantitativa continua	Centímetros
Tiempo para identificación de otras estructuras anatómicas	Tiempo necesario para obtener la imagen ultrasonografía óptima de las estructuras de los complejos LA-DD y DV-LLP	Cuantitativa continua	Minutos
Cargo del operador	Residente de anestesiología en formación	Cualitativa categórica	Residente
Años de experiencia	Tiempo que el operador lleva ejerciendo el cargo	Cuantitativa continua	Años
Encargado de la colocación de la anestesia	Médico especialista o residente de anestesiología en formación	Cualitativa categórica	Residente o anesestesiólogo

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Años de experiencia	Tiempo que el operador lleva ejerciendo el cargo	Cuantitativa continua	Años
Posición	Postura en la que se ubica el participante para realizar la punción y administrar la anestesia subaracnoidea	Cualitativa dicotómica	Sentado Decúbito lateral
Sedación previa	Uso de medicación endovenosa con el fin de que el participante esté tranquilo al momento de la punción	Cualitativa dicotómica	Si o No
Abordaje	Forma en la que la aguja espinal accede al espacio subaracnoideo con relación a la línea media	Cualitativa dicotómica	Línea media Paramediano
Calibre de la aguja	Tamaño de la aguja espinal utilizada para administrar la anestesia subaracnoidea	Cuantitativa discreta	25G 26G 27G
Tipo de aguja	Forma del bisel de la aguja espinal para la aplicación de anestesia subaracnoidea.	Cualitativa dicotómica	Punta de lápiz Bisel
Infiltración de la piel	Uso de anestésico local vía subcutánea previo a la punción con la aguja espinal	Cualitativa dicotómica	Si o No
Espacio intervertebral seleccionado	Espacio vertebral identificado como seguro como sitio de punción	Cualitativa discreta	L2-L3 L3-L4 L4-L5 L5-S1
Nivel de dermatoma	Nivel espinal de bloqueo sensorial probado por la pérdida de sensación de frío	Cualitativa discreta	T4- T6 T7- T10 T11 – L1
Profundidad de inserción de la aguja	Distancia medida desde la punta de la aguja espinal hasta el borde de la piel.	Cuantitativa continua	Centímetros
Tiempo desde inserción de la aguja hasta retorno de LCR	Tiempo necesario desde la inserción de la aguja hasta retorno de LCR	Cuantitativa continua	Minutos

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>
Tiempo total desde inserción aguja - colocación de anestesia	Tiempo necesario desde la inserción de la aguja hasta colocación de la anestesia	Cuantitativa continua	Minutos
Baricidad de la Bupivacaína	Relación de densidad de la solución anestésica local con respecto a la del LCR	Cualitativa discreta	Isobárica Hiperbárica Hipobárica
Dosis de Bupivacaína	Unidad de masa anestésica utilizada en la anestesia subaracnoidea	Cuantitativa continua	Miligramos
Adyuvante	Uso de opioide concomitante al anestésico local en la anestesia subaracnoidea	Cualitativa dicotómica	Si o No
Dosis de Adyuvante	Unidad de masa de opioide utilizado concomitante al anestésico local en la anestesia subaracnoidea	Cuantitativa continua	Microgramos
Escala de dolor de espalda periprocedimiento	Puntuación de dolor periprocedimiento del participante a nivel lumbar al finalizar el procedimiento en una escala numérica de 11 puntos (0, sin dolor; 10, el peor dolor imaginable).	Cuantitativa discreta	Ausente - leve (0-3) Moderado (4-6) Severo (7-8) Insoportable (9-10)
Escala de discomfort periprocedimiento	Puntuación de malestar general del participante durante el procedimiento en una escala numérica de 11 puntos (0, sin malestar, 10, el peor malestar imaginable)	Cuantitativa discreta	Ausente - leve (0-3) Moderado (4-6) Severo (7-8) Insoportable (9-10)
Dificultad para el procedimiento	Dificultad técnica para la identificación ecográfica y/o anatómica del espacio intervertebral y alcanzar el espacio subaracnoideo	Cualitativa discreta	Baja: identificación clara y rápida, único intento, redireccionamientos mínimos. Media: dificultad moderada, más de un redireccionamiento y/o hasta dos intentos de punción.

Variable	Definición	Tipo	Medida
			Alta: identificación difícil o limitada, múltiples redireccionamientos y/o tres intentos de punción, o con imposibilidad de alcanzar el espacio subaracnoideo.
Escala de satisfacción	Nivel subjetivo de comodidad general que experimentó el operador durante el procedimiento.	Cualitativa discreta	Satisfecho Neutral Insatisfecho
Complicación	Aparición de consecuencia clínica desfavorable asociada a la inserción y paso de la aguja espinal o ausencia de bloqueo anestésico deseado	Cualitativa discreta	Dolor radicular Parestesia Sangre en la aguja Falla en la anestesia
Concordancia clínica ecográfica L3-L4	Concordancia clínica/ecográfica del espacio intervertebral L3-L4	Cualitativa discreta	1 nivel arriba 2 niveles arriba 1 nivel abajo 2 niveles abajo

## 8. Aspectos éticos y legales

### 8.1 Aspectos éticos

La presente investigación fue catalogada como una investigación de riesgo mínimo pues se trató de un estudio de tipo analítico observacional, en el que se utilizó una tecnología biomédica ya establecida en la práctica clínica, segura, sin ningún riesgo para el participante, siendo el US una herramienta de ayuda en el abordaje de la anestesia subaracnoidea, con el objetivo de determinar el espacio intervertebral deseado a puncionar. Así mismo se recolectaron otros datos de historia clínica de interés mediante un instrumento y posteriormente se trasladó la información a una base de datos obtenida mediante el software Google Forms. Luego, se verificó la exactitud

de los datos insertos y se corrieron en el software Stata, donde fueron finalmente procesados y analizados.

Dentro del algoritmo de manejo propuesto se determinó obtener un consentimiento informado verbal y escrito (previo al ingreso de los participantes) en el cual se explicó su participación en el estudio, como se estipula en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, adoptada por la 18va Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio de 1964, y enmendada por la 65va Asamblea General Fortaleza, Brasil, Octubre de 2013. (ver Anexo 3, pág. 85).

Adicionalmente, se siguieron las pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos instauradas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Ginebra de 2002, así como los principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación establecidos en el informe Belmont y la Resolución 8430 del 4 de Octubre de 1993 del Ministerio de Salud Colombiano, donde se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia, específicamente en el artículo 15 en lo relacionado con el consentimiento informado.

Al tratarse de una investigación de riesgo mínimo se respetaron los principios básicos en Medicina de la siguiente manera:

**Autonomía:** A cada participante se le explicaron de manera detallada los abordajes disponibles para la administración de la anestesia subaracnoidea (palpación convencional o asistencia ecográfica). Una vez brindada la información y verificada la comprensión de ambos abordajes, el participante tuvo la posibilidad de decidir de manera autónoma cuál técnica deseaba recibir, sin coacción ni influencia externa. La anestesia subaracnoidea se administró mediante

el abordaje elegido por el participante, sin interferir en el curso de su tratamiento quirúrgico. En aquellos casos en los que el participante optó por el abordaje asistido por US, se le invitó a participar en el estudio, previa verificación de que no presentara criterios de exclusión, en particular deterioro neuropsiquiátrico que impidiera completar adecuadamente el proceso de consentimiento informado. Si el participante cumplía los criterios de elegibilidad y manifestó de forma voluntaria su deseo de participar, se procedió a realizar el proceso de consentimiento informado, en el cual se explicó la finalidad y utilidad de su participación, se detalló el procedimiento al que sería sometido, así como sus implicaciones éticas y metodológicas.

No-maleficencia: Al participante se le explicó detalladamente el procedimiento en el que se utilizaría el US como herramienta para guiar la punción lumbar y posteriormente administrar la anestesia subaracnoidea sin la intención de hacer daño; por el contrario, el US neuroaxial es una herramienta ya integrada en la práctica clínica y aceptada en el ejercicio de la anestesiología para administrar la anestesia subaracnoidea donde ha demostrado beneficios al aumentar la proporción de éxito de la misma y reducir la tasa de complicaciones descritas en la anestesia subaracnoidea realizada por abordaje tradicional. Se le explicó al participante que la evaluación ecográfica per se no tiene ningún riesgo para la integridad física o mental, no genera lesiones físicas, ni daños psicológicos, ni dolor, ni sufrimiento, ni discapacidad, ni molestias que afecten la integridad del participante. Tampoco desencadena efectos adversos ni complicaciones adicionales a las que ya están descritas para la anestesia subaracnoidea por el método tradicional. Los potenciales riesgos y complicaciones propios de la anestesia subaracnoidea fueron explicados detalladamente previo a la inclusión del participante en el estudio, aclarando que son riesgos propios de la anestesia subaracnoidea, que ocurren con poca frecuencia y que son riesgos independientes al abordaje utilizado, es decir, no están asociados con el US. Adicionalmente se aclaró que el protocolo del

presente estudio antes de su ejecución se sometió a la aprobación del Comité de Ética en Investigación Científica (CEINCI) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y del comité de investigaciones Institucional del Hospital Universitario de Santander (HUS), quienes se encargaron de velar por la protección de los derechos y la integridad de los participantes.

Justicia: Se le invitó a participar al estudio de manera imparcial, con equidad y sin discriminación a todos los participantes sometidos a una cirugía susceptible de recibir anestesia subaracnoidea y que cumplieran con el criterio de inclusión al estudio. Se les dio un trato y una atención digna independiente de su decisión de participar en el estudio. El único motivo para no participar en el estudio fue que el participante no cumpliera con el criterio de inclusión y que cumpliera con el criterio de exclusión establecidos. A todos los participantes se les explicó el objetivo y la metodología, beneficios y riesgos del estudio. Todos firmaron un mismo consentimiento informado. Ningún participante recibió compensación de ningún tipo por su participación en el estudio.

## **8.2 Aspectos legales**

Los datos personales obtenidos a través del instrumento de recolección se manejaron conforme a lo establecido en la Ley 1581 de 2012, garantizando la intimidad, confidencialidad y protección de la información personal. Dicha información fue utilizada exclusivamente por los investigadores a cargo, restringiéndose su acceso a personas externas a la investigación.

Para asegurar la confidencialidad, cada historia clínica fue identificada mediante un código consecutivo en la base de datos, evitando el registro del nombre u otros datos identificables de los participantes.

Adicionalmente, los investigadores vinculados al estudio contaron con capacitación en “Protección de los participantes humanos de la investigación”, impartida por el Instituto Nacional de Salud.

Finalmente, se declara que no existieron conflictos de interés por parte de ninguno de los investigadores que participaron en el presente estudio que pudieran comprometer su validez científica o ética.

## **9. Recolección y análisis de datos**

Los datos fueron recolectados mediante un instrumento diseñado por la investigadora principal (ver Anexo 4, pág. 94); posteriormente, la información fue trasladada a una base de datos generada mediante el software Google Forms.

La base de datos en Excel, una vez validada, fue exportada a Stata para su análisis. Los datos se describieron según su distribución y tipo de variable. Las variables continuas con distribución normal se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (DE), mientras que aquellas sin distribución normal se expresaron como mediana y rango intercuartílico (RI). Las variables categóricas o nominales se describieron mediante frecuencias y proporciones.

El éxito del abordaje del espacio subaracnoideo se definió como la proporción de pacientes en quienes se logró el acceso al espacio subaracnoideo con retorno de líquido cefalorraquídeo, en un máximo de tres intentos de punción raquídea, en relación con la población total (n), con sus respectivos intervalos de confianza del 95%. Se describió el éxito global del procedimiento y el éxito según el número de intentos requeridos. Los factores asociados al éxito del abordaje se

analizaron mediante análisis descriptivo y análisis bivariado, incluyendo pruebas de asociación y modelos de regresión, según correspondió.

## 10. Resultados

### 10.1 Características demográficas y clínicas de la población

El estudio incluyó 70 adultos mayores sometidos a anestesia subaracnoidea asistida por US. La edad media fue de  $75,4 \pm 7,3$  años, con predominio del género femenino. El peso promedio fue de  $67,3 \pm 10,1$ , la talla promedio de  $1,63 \pm 0,07$  y el IMC medio correspondiente al espectro entre normopeso y sobrepeso. Respecto al estado físico preoperatorio, predominó la clasificación ASA II, con menor proporción de pacientes ASA I y ASA III. Las comorbilidades más frecuentes fueron la hipertensión arterial crónica y la diabetes mellitus. Los antecedentes de cirugía de columna fueron excepcionales, mientras que una proporción considerable de pacientes presentó anormalidades anatómicas de la columna, principalmente escoliosis. (ver Tabla 2)

#### Tabla 2.

*Características demográficas y clínicas de la población (n = 70)*

Variable	Resultado Media $\pm$ DE
Edad (años)	75,4 $\pm$ 7,3
Peso (kg)	67,3 $\pm$ 10,1
Talla (m)	1,63 $\pm$ 0,07
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,1 $\pm$ 3,7
	n (%)
Género femenino	45 (64,3)
HTA	38 (54,3)
Diabetes	13 (18,6)
Bajo peso	1 (1,4)

<b>Variable</b>	<b>Resultado Media ± DE</b>
Normopeso	38 (54,3)
Sobrepeso	20 (28,6)
Obesidad	11 (15,7)
ASA I	9 (12,9)
ASA II	59 (84,3)
ASA III	2 (2,9)
Cirugía previa de columna	1 (1,4)
Escoliosis	31 (44,3)

*Nota.* Datos expresados como media ± DE, frecuencia absoluta (n) y porcentaje (%), según corresponda.

### 10.2 Aspectos anatómicos y procedimentales del abordaje

En el 77,1% de los casos, la palpación de los reparos anatómicos fue clasificada como fácil, con una menor proporción de procedimientos catalogados como de dificultad intermedia o difícil. No se registraron antecedentes de anestesia neuroaxial difícil. En cuanto al tipo de procedimiento, predominó la cirugía ortopédica electiva, seguida de intervenciones ginecológicas y urológicas. La mayoría de las cirugías presentó una duración quirúrgica estimada igual o superior a dos horas. (ver Tabla 3)

#### Tabla 3.

*Aspectos anatómicos y procedimentales del abordaje (n = 70)*

<b>Variable</b>	<b>Resultado, n (%)</b>
Facilidad para palpación	
Palpación fácil	54 (77,1)
Palpación intermedia	13 (18,6)
Palpación difícil	3 (4,3)
Tipo de cirugía	
Ortopedia	43 (61,4)
Ginecología	11 (15,7)
Urología	8 (11,4)
Cirugía general	5 (7,1)
Coloproctología	3 (4,3)

*Nota.* Datos expresados como frecuencia absoluta (n) y porcentaje (%).

### 10.3 Características ultrasonográficas de la población

El 87,1% de los casos presentó una calidad de imagen ecográfica nítida. Las variables continuas no mostraron distribución normal y se expresaron como mediana y rango intercuartílico. Los tiempos del procedimiento fueron breves y las profundidades ecográficas mostraron valores consistentes entre sí y con la profundidad real de inserción de la aguja. (ver Tabla 4)

**Tabla 4.**

*Características ultrasonográficas de la población (n = 70)*

Variable	Resultado, n (%)
Calidad de la imagen ecográfica	
Nítida	61 (87,1)
Regular	9 (12,9)
	Mediana (RI)
Tiempo para identificación y marcación del espacio intervertebral (min)	4 (4 - 5)
Tiempo adicional para identificación de estructuras profundas (min)	1,0 (1,0 - 1,1)
Complejos LA-DD y DV-LLP	
Profundidad real de inserción de la aguja (cm)	5,0 (4,5 - 5,3)
Profundidad al complejo LA-DD (cm)	5,0 (4,5 - 5,0)
Profundidad al complejo DV-LLP (cm)	6,0 (5,5 - 6,5)

*Nota.* Datos expresados como frecuencia absoluta (n) y porcentaje (%), o mediana (RI), según corresponda.

#### 10.3.1 Correlación entre mediciones ecográficas y profundidad de inserción de la aguja

La profundidad estimada por US del complejo LA-DD y la profundidad al complejo DV-LLP mostraron una correlación positiva muy fuerte, con valores de rho ( $\rho$ ) = 0,96 y  $\rho$  = 0,91, respectivamente, lo que evidencia estrecha asociación entre las estimaciones ultrasonográficas y la profundidad real de inserción de la aguja utilizada durante la técnica espinal. (ver Tabla 5 y Figuras 5 y 6)

**Tabla 5.**

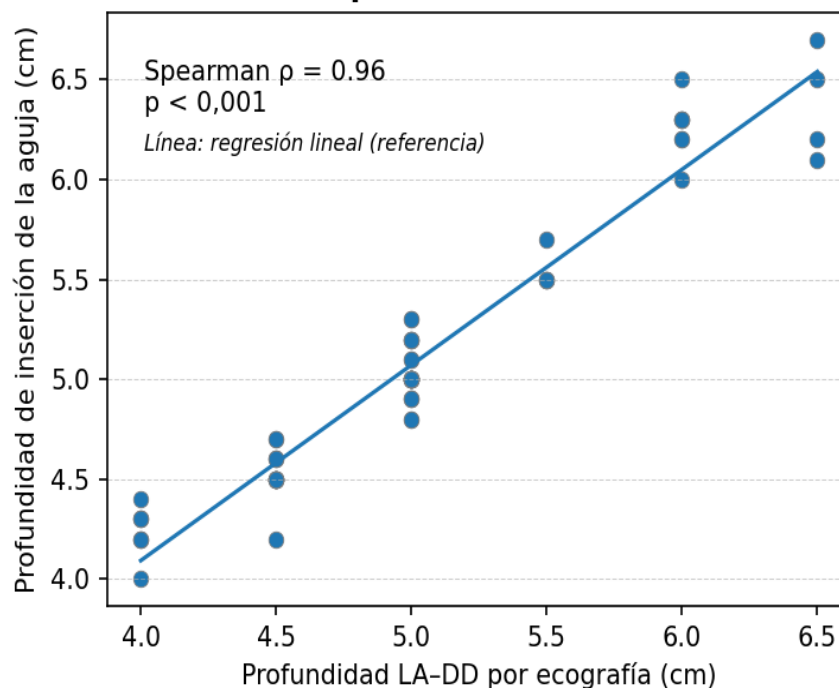
*Correlación entre mediciones ecográficas y profundidad de inserción de la aguja*

Variable	Coefficiente de correlación (ρ)
Correlación ecografía LA-DD vs profundidad real	ρ = 0,96
Correlación ecográfica DV- LLP vs profundidad real	ρ = 0,91

*Nota.* Datos expresados como coeficiente de correlación de Spearman (ρ); p < 0,001.

**Figura 5.**

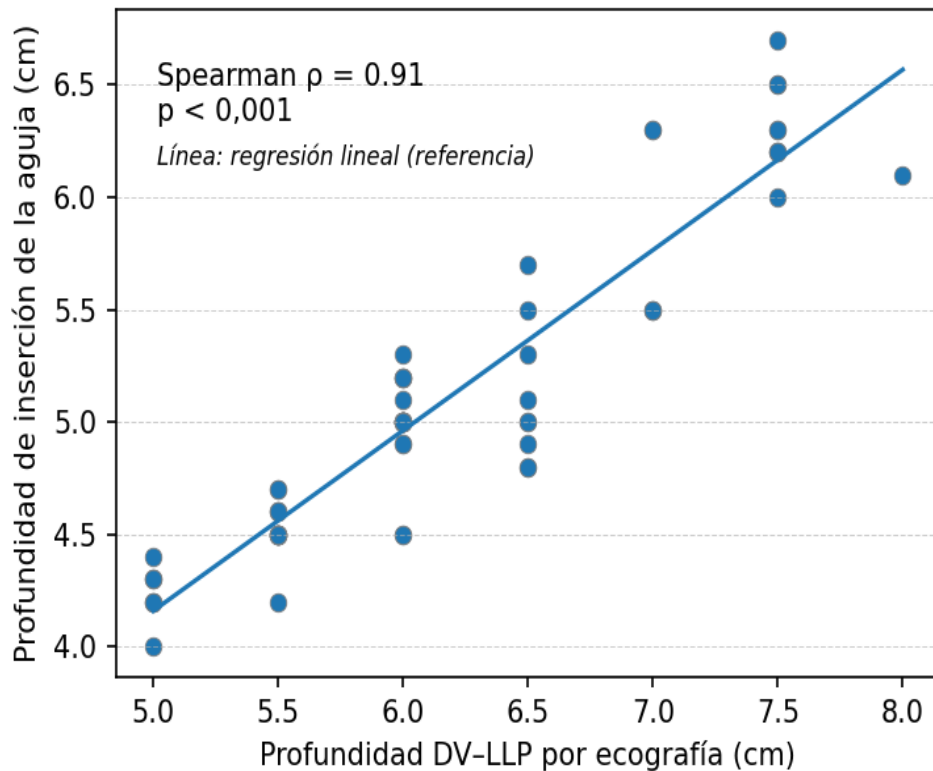
*Correlación entre la profundidad ecográfica del complejo LA-DD y la profundidad real de inserción de la aguja*



*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la correlación entre la profundidad medida por ecografía y la profundidad real de inserción de la aguja. ρ de Spearman = 0,96; p < 0,001. La línea representa la regresión lineal utilizada como referencia. LA-DD: ligamento amarillo–duramadre dorsal.

**Figura 6.**

*Correlación entre la profundidad ecográfica del complejo DV-LLP y la profundidad real de inserción de la aguja*



*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la correlación entre la profundidad medida por ecografía y la profundidad real de inserción de la aguja.  $\rho$  de Spearman = 0,91;  $p < 0,001$ . La línea representa la regresión lineal utilizada como referencia. DV-LLP: duramadre ventral–ligamento longitudinal posterior.

**10.4 Características del acto anestésico**

Durante el acto anestésico, se mantuvo la misma posición utilizada para la marcación ecográfica, predominando la posición sedente, con menor uso del decúbito lateral. El abordaje fue mayoritariamente mediano, empleándose con mayor frecuencia agujas de calibre 25G, sin uso de

infiltración cutánea previa. La punción se realizó principalmente en el espacio L3–L4, seguido de L2–L3 y L4–L5, sin utilizarse el espacio L5–S1.

El nivel sensitivo alcanzado fue predominantemente intermedio, aunque se observaron también bloqueos altos y bajos. La profundidad real de inserción de la aguja se situó alrededor de los 5 cm, con baja variabilidad. En la gran mayoría de los procedimientos se utilizó bupivacaína hiperbárica, con dosis ajustadas al tipo de cirugía. El uso de adyuvantes intratecales fue frecuente, destacándose el fentanilo como el más empleado, mientras que una menor proporción recibió morfina o no utilizó adyuvantes. (ver Tabla 6)

**Tabla 6.**

*Características del acto anestésico*

<b>Variable</b>	<b>Resultado, n (%)</b>
Posición	
Sedente	57 (81,4)
Decúbito lateral	13 (18,6)
Abordaje mediano	69 (98,6)
Calibre de la aguja	
25G	60 (85,7)
26G	7 (10)
27G	3 (4,3)
Espacio intervertebral de punción	
L2–L3	8 (11,4)
L3–L4	55 (78,6)
L4–L5	7 (10)
Nivel sensitivo alcanzado	
T4–T6	10 (14,3)
T7–T10	32 (45,7)
T11–L1	28 (40)
Tipo de bupivacaína	
Hiperbárica	67 (95,7)
Isobárica	3 (4,3)
Adyuvantes	

<b>Variable</b>	<b>Resultado, n (%)</b>
Fentanilo	51 (72,9)
Morfina	5 (7,1)
Sin adyuvantes	14 (20)
	Mediana (RI)
Dosis de bupivacaína (mg)	20 (7,5 – 20)
Profundidad real de inserción de la aguja (cm)	5,0 (4,5 – 5,3)

*Nota.* Datos expresados como frecuencia absoluta (n) y porcentaje (%) o mediana (RI), según corresponda.

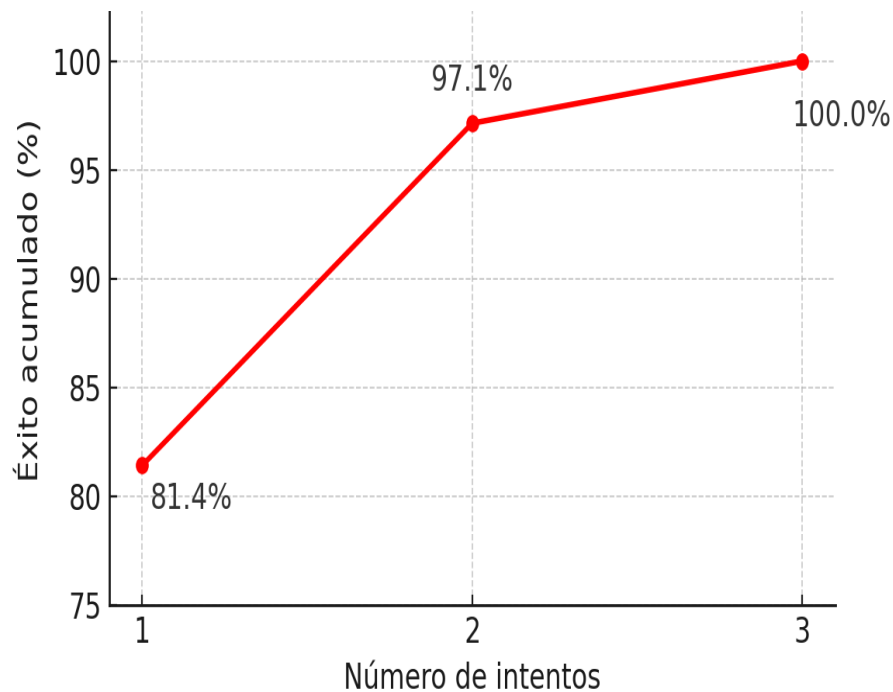
## 10.5 Éxito del procedimiento

### 10.5.1 Número de intentos

La punción subaracnoidea se logró en un solo intento en el 81,4% de los pacientes (n = 57; IC95%: 70,8–88,8). En el 15,7% de los pacientes (n = 11) fueron necesarios dos intentos y en el 2,9% (n = 2) se requirieron tres intentos. No se registraron abordajes subaracnoideos ecográficos fallidos, lo que corresponde a una proporción de éxito global del 100% (IC95%: 94,8–100). La Figura 7 muestra el éxito acumulado del procedimiento según el número de intentos requeridos.

**Figura 7.**

*Éxito acumulado según el número de intentos*

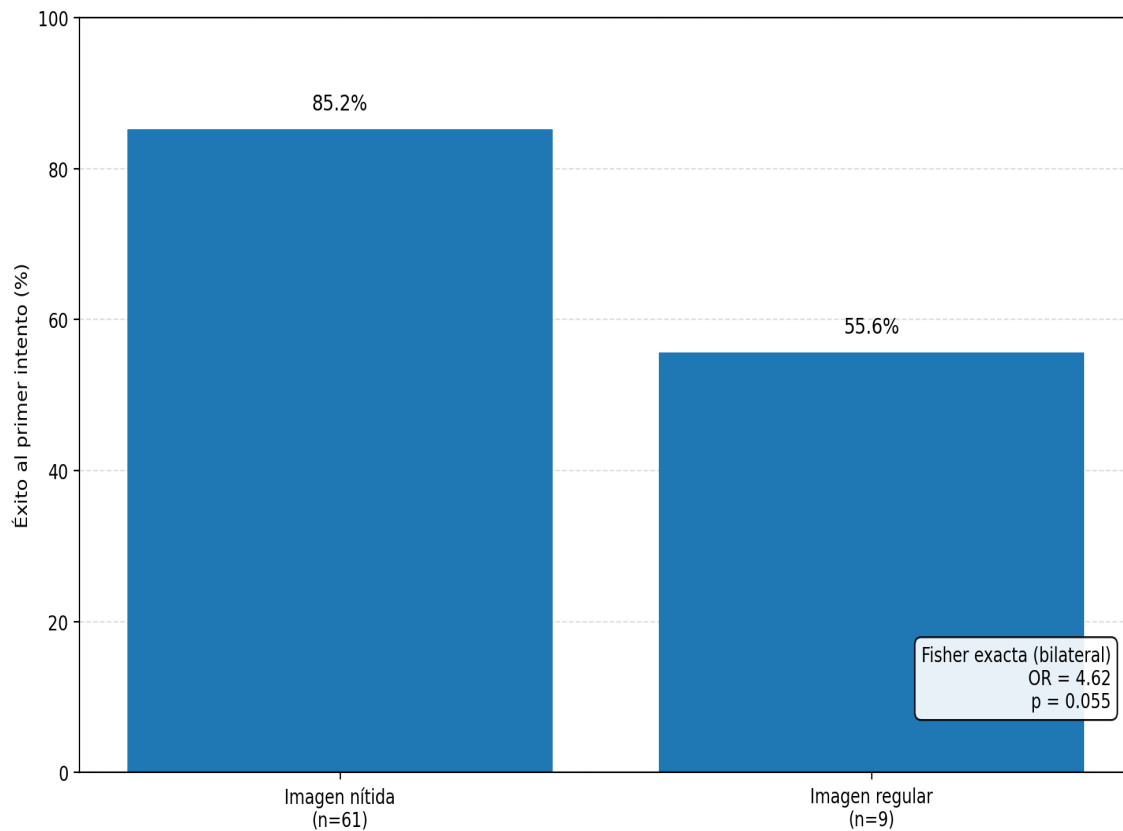


*Nota.* Porcentaje acumulado de éxito del abordaje subaracnoideo asistido por ultrasonido según el número de intentos de punción.

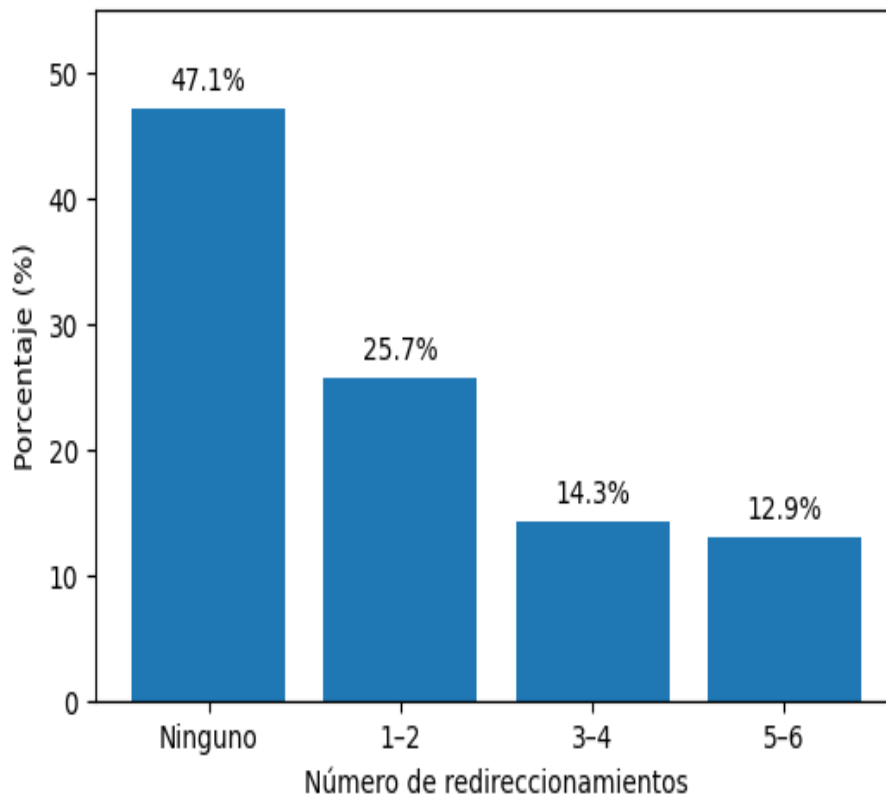
Los pacientes con imágenes ecográficas nítidas presentaron una mayor proporción de éxito al primer intento en comparación con aquellos con imágenes regulares (85,2% vs. 55,6%, respectivamente), con una tendencia estadística. Esta asociación se evaluó mediante la prueba exacta de Fisher ( $p = 0,055$ ). (ver Figura 8)

**Figura 8.**

*Éxito al primer intento según la calidad de la imagen ecográfica*

**10.5.2 Redireccionamientos**

El número de redireccionamientos presentó una mediana de 1 (RI: 0–3). Casi la mitad de los pacientes no requirió redireccionamientos (n= 33; 47,1%). En los casos restantes, 18 pacientes (25,7%) presentaron entre 1 y 2 redireccionamientos, 10 (14,3%) entre 3 y 4, y 9 (12,9%) entre 5 y 6. (ver Figura 9)

**Figura 9.***Distribución de redireccionamientos*

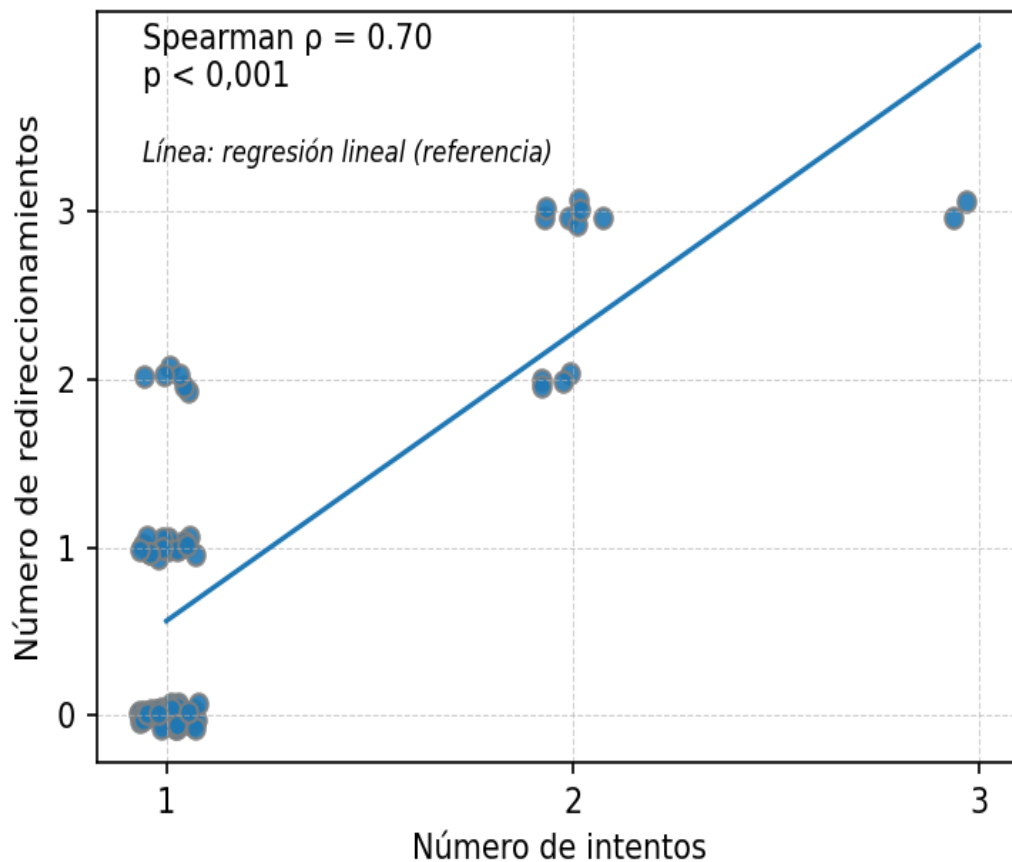
En el 72,8% de los casos, el procedimiento se completó con 0 a 2 redireccionamientos, lo que se reflejó en una mediana baja, y sugiere una ejecución técnicamente eficiente. Este hallazgo, derivado de un análisis descriptivo, es consistente con una adecuada selección ecográfica del espacio intervertebral, probablemente relacionada con la identificación de un espacio más amplio, que permite un mayor rango de inclinación de la aguja y facilita el abordaje del espacio subaracnoideo.

Se evidenció una asociación significativa entre el número de redireccionamientos y el número de intentos requeridos para la realización de la anestesia subaracnoidea. En los procedimientos realizados en un solo intento, la mayoría de los pacientes no requirió redireccionamientos o presentó un número bajo de estos, mientras que aquellos que requirieron

dos o más intentos se asociaron con un mayor número de ajustes de la trayectoria de la aguja. El análisis de correlación de Spearman mostró una correlación positiva moderada fuerte entre ambas variables ( $\rho = 0,70$ ;  $p < 0,001$ ), lo que indica que un mayor número de redireccionamientos se asocia significativamente con un mayor número de intentos para lograr el acceso al espacio subaracnoideo. (ver Figura 10)

**Figura 10.**

*Correlación entre el número de intentos y el número de redireccionamientos*



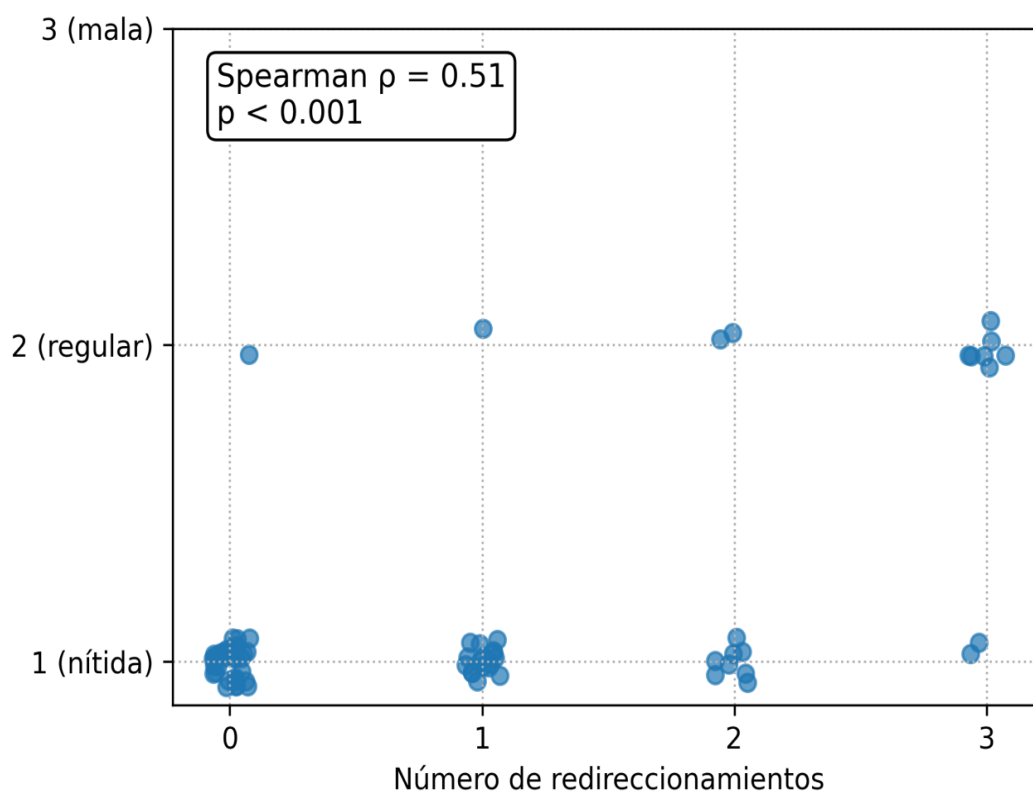
*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la correlación entre el número de intentos de punción y el número de redireccionamientos de la aguja.  $\rho$  de Spearman = 0,70;  $p < 0,001$ . La línea representa la regresión lineal utilizada como referencia.

### 10.5.3 Correlación entre número de redireccionamientos y calidad de la imagen ecográfica

El análisis de correlación mediante el coeficiente de Spearman mostró una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre el número de redireccionamientos y la calidad de la imagen ecográfica ( $\rho = 0,51$ ;  $p < 0,001$ ), indicando que un mayor número de redireccionamientos se asocia con una peor calidad de imagen ecográfica. En términos clínicos, una imagen subóptima (regular o mala) se relacionó con una mayor necesidad de ajustes en la trayectoria de la aguja durante el procedimiento. (ver Figura 11)

**Figura 11.**

*Correlación entre el número de redireccionamientos y la calidad de imagen ecográfica*



*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la asociación entre el número de redireccionamientos de la aguja y la calidad de la imagen ecográfica.  $\rho$  de Spearman = 0,51;  $p < 0,001$ . La calidad de imagen se clasificó como 1 = nítida, 2 = regular y 3 = mala.

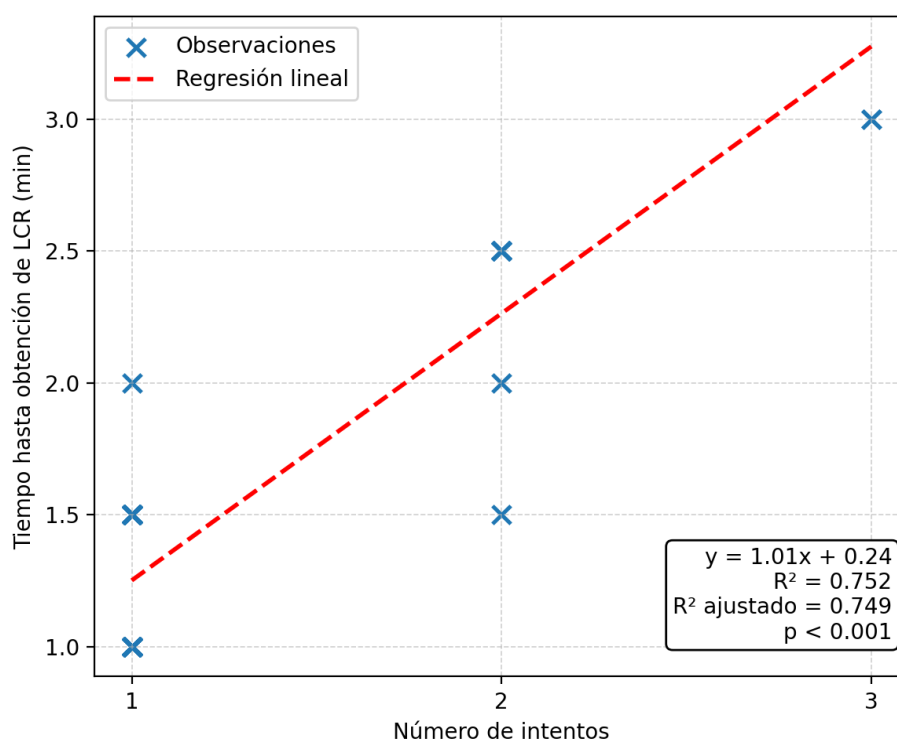
### 10.5.4 Tiempos clínicos

El tiempo hasta la verificación de la salida de LCR fue de  $1,05 \pm 0,35$  minutos, mientras que el tiempo total hasta administrar el anestésico fue de  $2,3 \pm 0,6$  minutos.

La Figura 12 muestra la relación entre el número de intentos y el tiempo hasta la obtención de LCR, expresado en minutos. Se observó una relación positiva y estadísticamente significativa, de modo que a mayor número de intentos, mayor fue el tiempo requerido para la obtención de LCR. El análisis mediante regresión lineal evidenció una pendiente positiva ( $\beta = 1,01$ ), con un adecuado ajuste del modelo ( $R^2$  ajustado = 0,75;  $p < 0,001$ ).

#### Figura 12.

*Relación entre número de intentos y el tiempo hasta la obtención de LCR*



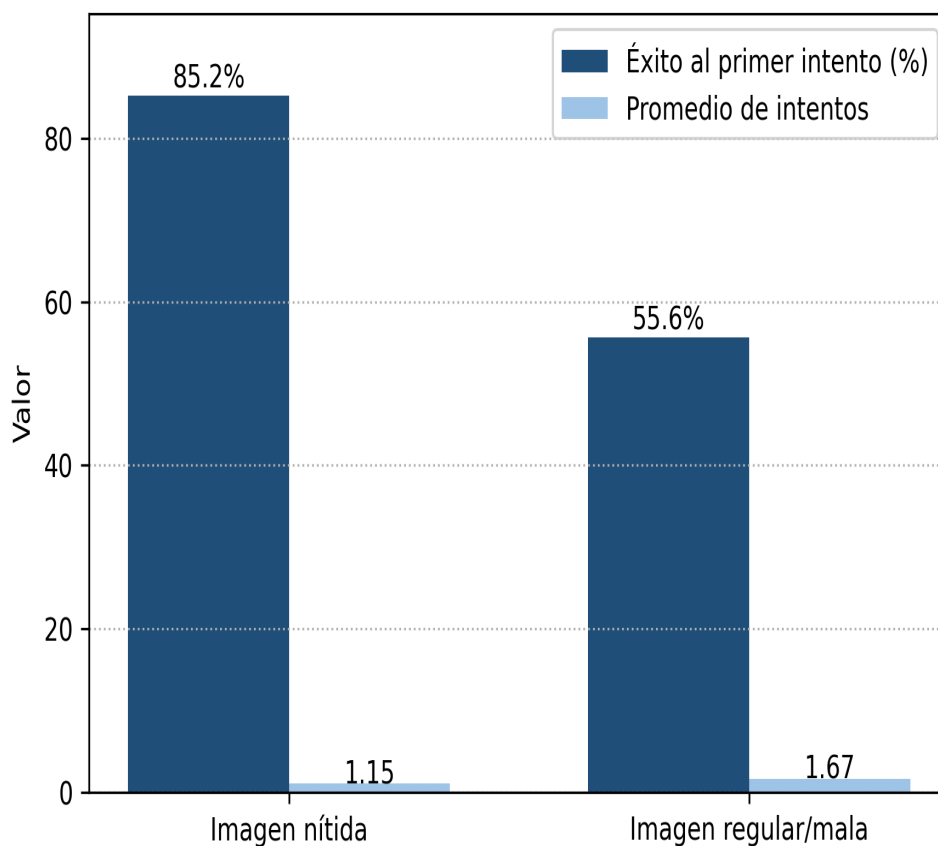
Nota. Gráfico de dispersión que muestra la asociación entre el número de intentos de punción y el tiempo hasta la obtención de líquido cefalorraquídeo (LCR). La línea discontinua representa el modelo de regresión lineal ( $y = 1,01x + 0,24$ ).  $R^2 = 0,752$ ;  $R^2$  ajustado = 0,749;  $p < 0,001$ .

### 10.6 Relación entre la calidad de la imagen ecográfica y el desempeño clínico

Se realizó un análisis descriptivo comparativo entre grupos, expresado mediante proporciones y medias. Los pacientes con imágenes ecográficas nítidas (87,1%) presentaron una mayor proporción de éxito al primer intento (85,2%) y un menor promedio de intentos (1,15), en comparación con aquellos con imágenes regulares (12,9%), en quienes el éxito al primer intento fue del 55,6%, con un promedio de 1,67 intentos. Estos hallazgos sugieren que la calidad de la imagen ecográfica se asocia con una mayor facilidad técnica y un mejor desempeño clínico del procedimiento. La asociación entre la calidad de imagen y el éxito al primer intento se evaluó mediante la prueba exacta de Fisher, mostrando una tendencia estadística ( $p = 0,055$ ).

#### Figura 13.

*Relación entre la calidad de imagen ecográfica y el desempeño clínico del procedimiento*



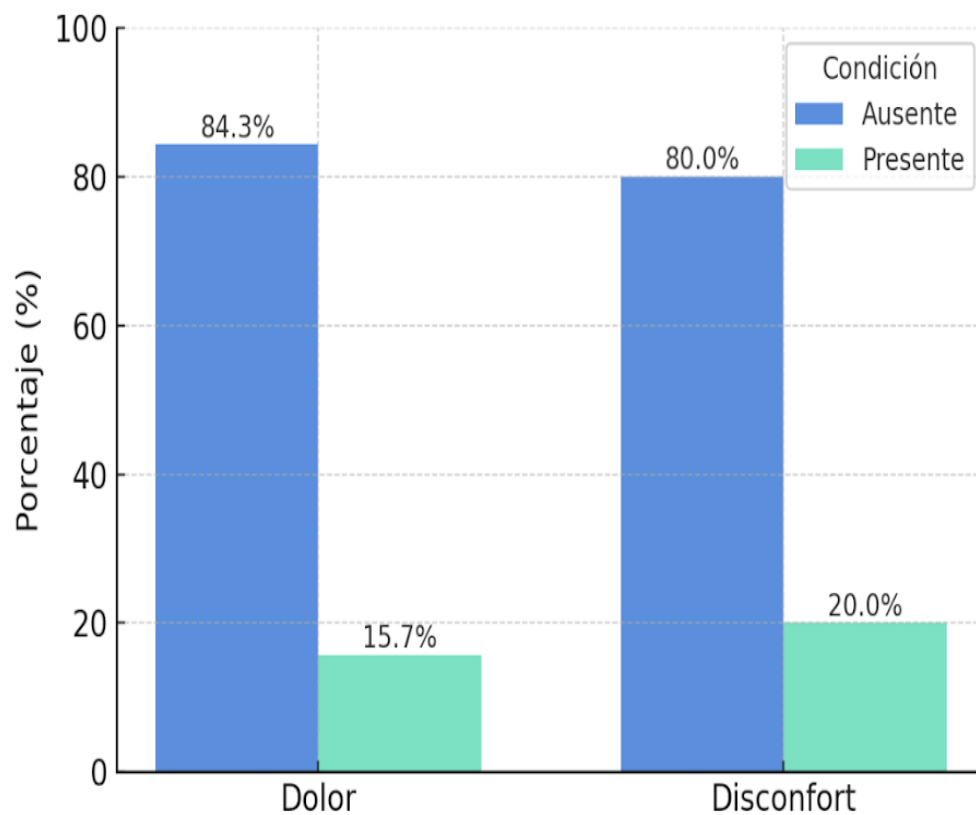
## 10.7 Satisfacción global y seguridad del procedimiento

### 10.7.1 Satisfacción del paciente

En cuanto a la satisfacción del paciente en relación a la presencia de dolor y disconfort periprocedimentales, 11 pacientes (15,7%) presentaron dolor lumbar transitorio y 14 (20%) reportaron disconfort, ambos considerados síntomas leves y autolimitados. Estos resultados corresponden a un análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes. (ver Figura 14)

**Figura 14.**

*Satisfacción del paciente*

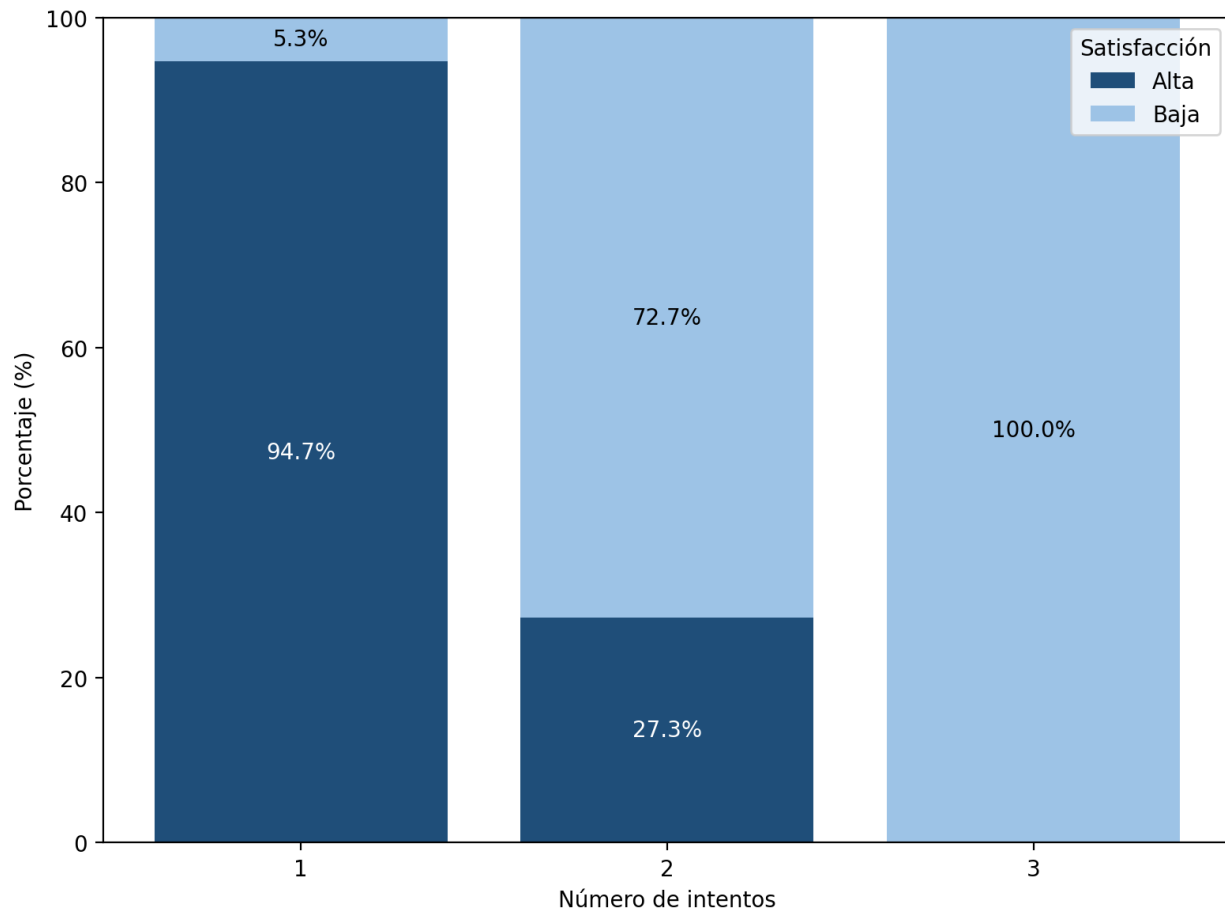


De forma adicional, se observó una relación inversa entre la satisfacción del paciente y el número de intentos. Esta asociación fue evaluada mediante la prueba de chi cuadrado para variables categóricas, evidenciándose diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,001$ ). La satisfacción del paciente, definida por la ausencia de dolor y disconfort, fue mayor cuando el

bloqueo se logró en un solo intento (94,7%) y disminuyó progresivamente en los procedimientos que requirieron dos intentos (27,3%), siendo baja en el 100% de los casos con tres intentos. (ver Figura 15)

**Figura 15.**

*Distribución de la satisfacción del paciente según el número de intentos*



### ***10.7.2 Complicaciones periprocedimentales***

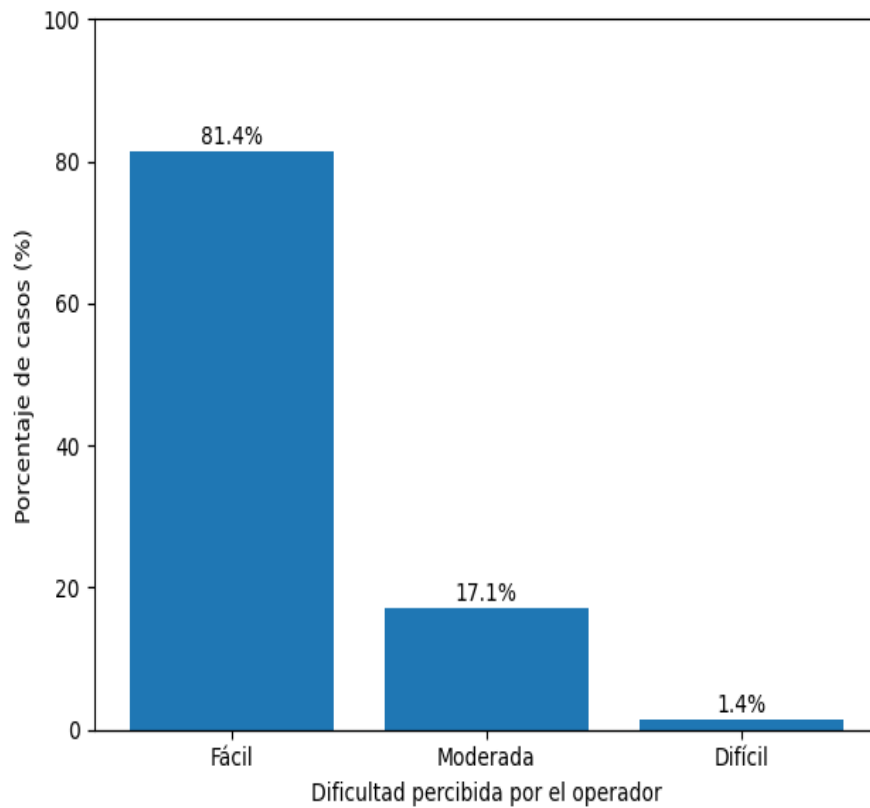
Respecto a las complicaciones peri procedimentales, únicamente un paciente (1,4%) presentó una punción vascular. No se registraron casos de dolor radicular, inyecciones fallidas ni síntomas neurológicos persistentes.

### ***10.7.3 Dificultad percibida y satisfacción del operador***

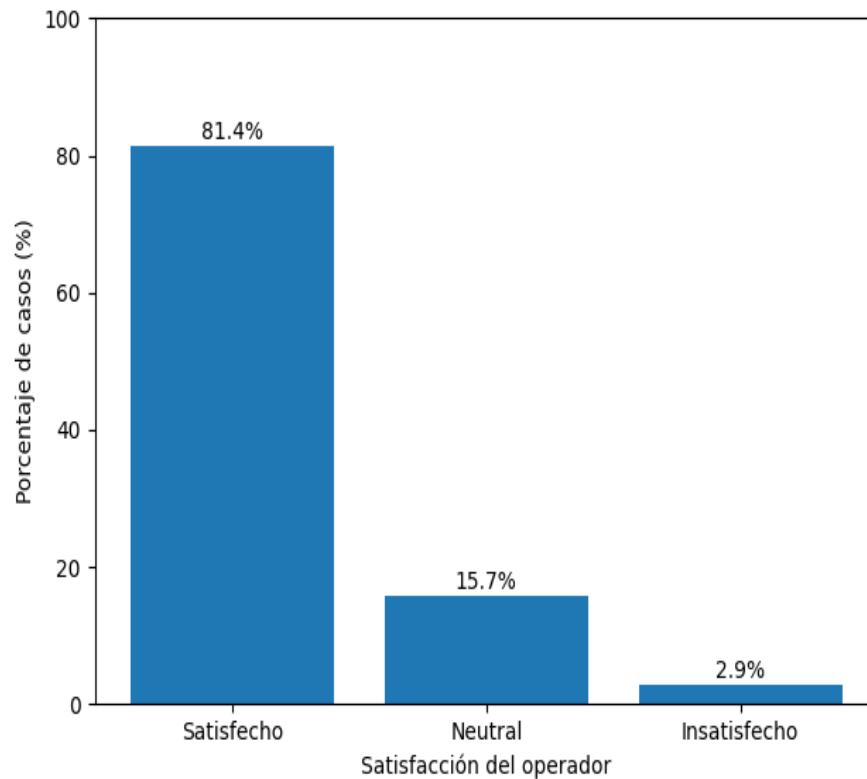
Se realizó un análisis descriptivo mediante frecuencias absolutas (n) y relativas (%). La dificultad percibida por el operador durante el procedimiento fue catalogada como fácil en el 81,4% de los casos, moderada en el 17,1% y difícil en el 1,4%. (ver Figura 16)

**Figura 16.**

*Dificultad percibida por el operador*



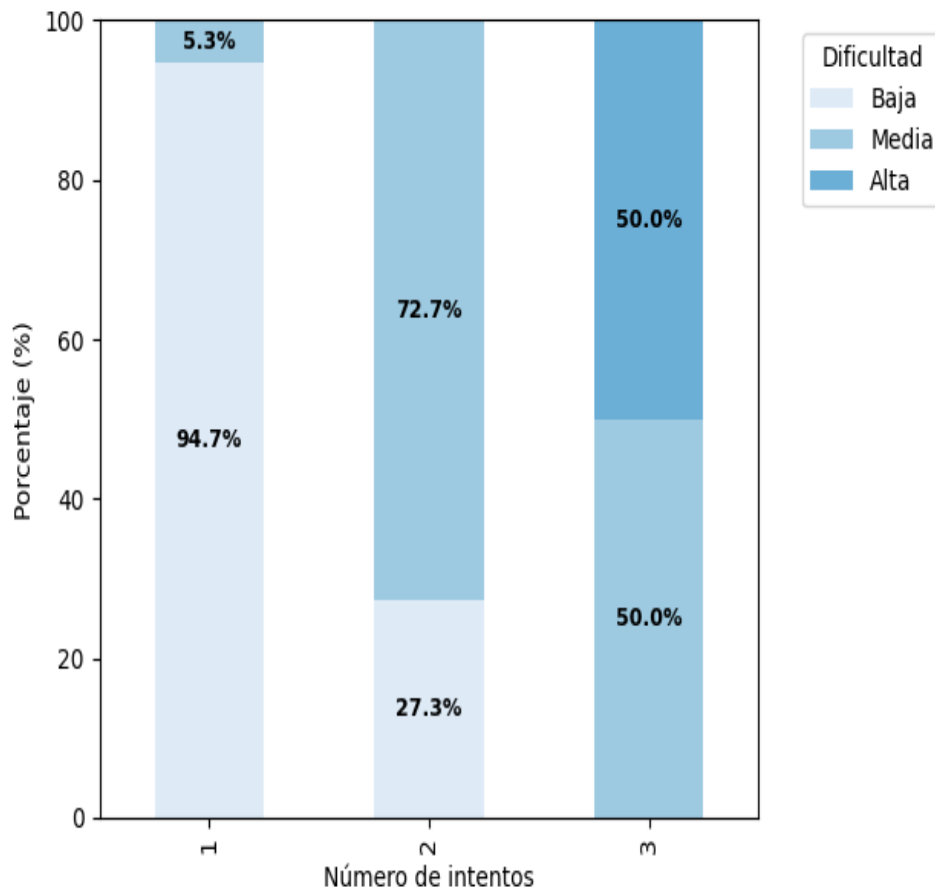
En cuanto a la satisfacción del operador, el 81,4% se reportó satisfecho, el 15,7% neutral y el 2,9% insatisfecho. (ver Figura 17)

**Figura 17.***Satisfacción del operador*

La dificultad del procedimiento mostró un aumento progresivo con el número de intentos. Esta asociación fue evaluada mediante el coeficiente de correlación de Spearman, evidenciándose una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa ( $\rho = 0.728$ ;  $p < 0.001$ ). En los procedimientos realizados en un solo intento predominó la baja dificultad (94,7%), mientras que en aquellos que requirieron dos intentos predominó la dificultad media (72,7%). En los procedimientos con tres intentos se observaron únicamente dificultades media y alta (50% cada una), sin casos de baja dificultad. (ver Figura 18)

**Figura 18.**

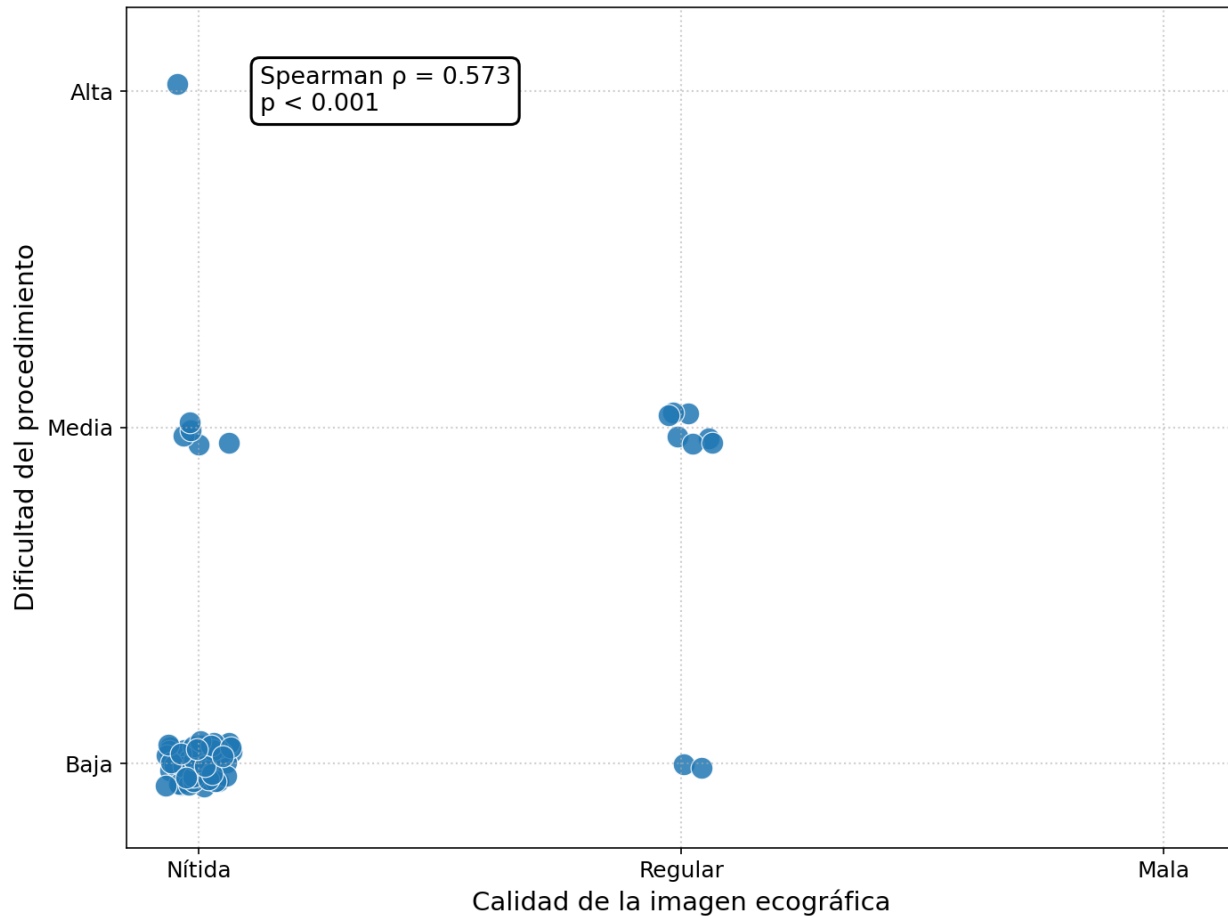
*Distribución de la dificultad del procedimiento según el número de intentos*



El análisis mediante el coeficiente de Spearman mostró una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre la calidad de la imagen ecográfica y la dificultad del procedimiento ( $\rho = 0,573$ ;  $p < 0,001$ ), indicando que una menor calidad de la imagen ecográfica se asocia con un mayor grado de dificultad del procedimiento. (ver Figura 19)

**Figura 19.**

*Correlación entre la calidad de la imagen ecográfica y la dificultad del procedimiento*



*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la asociación entre la calidad de la imagen ecográfica y la dificultad percibida del procedimiento.  $\rho$  de Spearman = 0,573;  $p < 0,001$ . La calidad de imagen se clasificó como nítida, regular o mala; la dificultad del procedimiento como baja, media o alta.

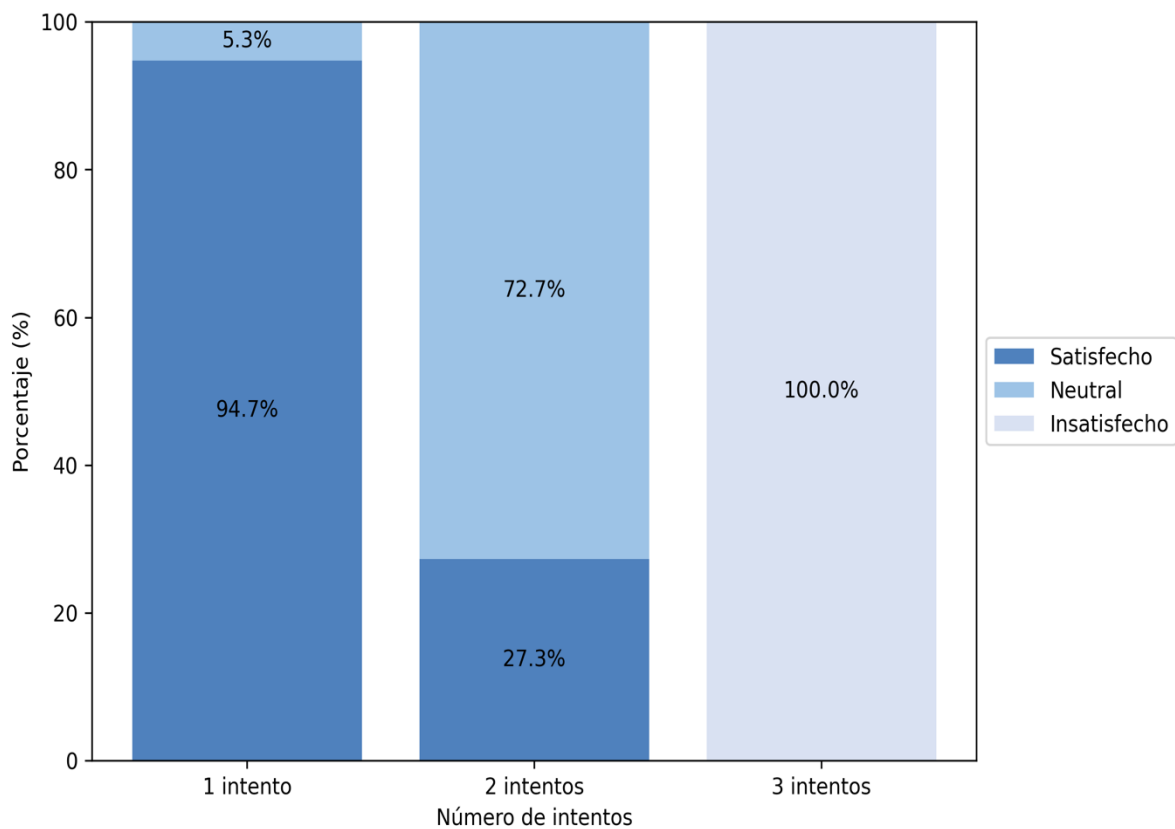
#### **10.7.4 Satisfacción del operador**

La satisfacción del operador una asociación significativa con el número de intentos. Esta asociación fue evaluada mediante el coeficiente de correlación de Spearman, evidenciándose una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa ( $\rho = 0.734$ ;  $p < 0.001$ ), lo que indica un incremento progresivo en la insatisfacción del operador a medida que aumentó el número de

intentos. Los procedimientos realizados en un solo intento se asociaron principalmente con satisfacción alta (94,7%), mientras que aquellos que requirieron dos intentos presentaron predominantemente satisfacción moderada (72,7%). En los procedimientos que necesitaron tres intentos, la satisfacción fue baja en el 100% de los casos, mostrando un deterioro progresivo de la satisfacción a medida que aumentó el número de intentos. (ver Figura 20)

**Figura 20.**

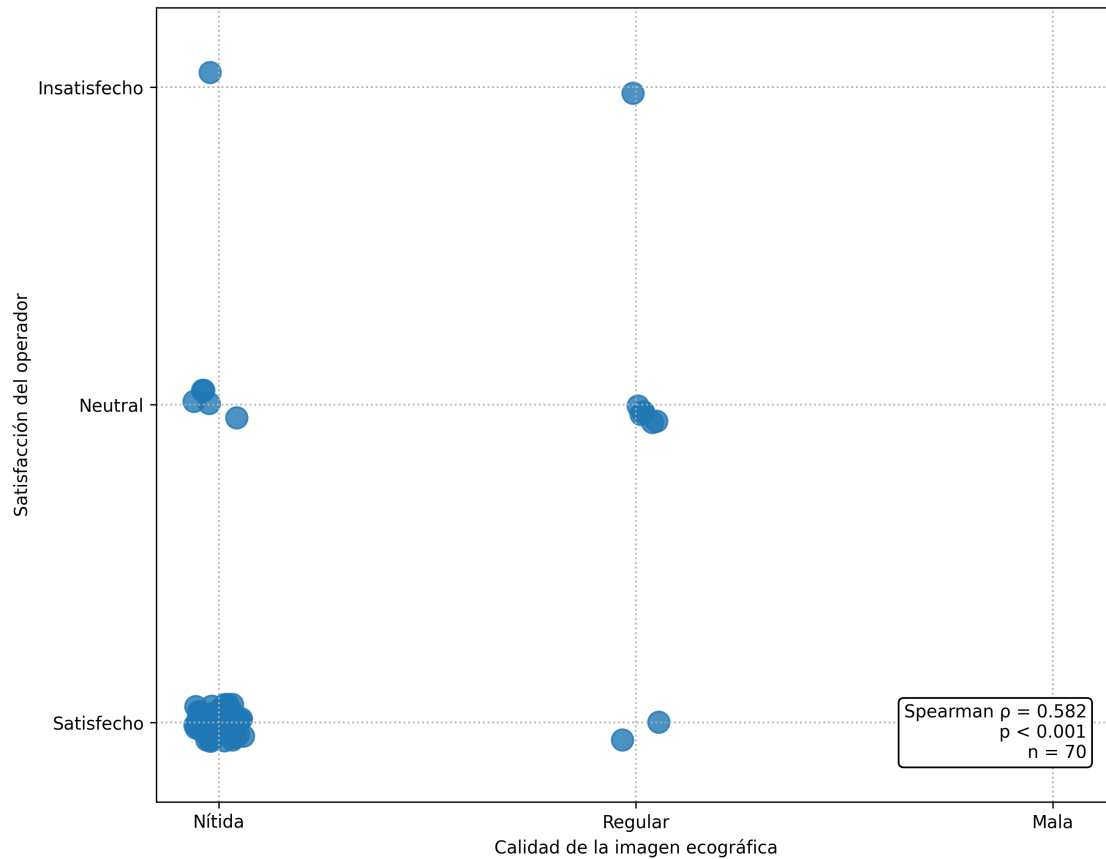
*Distribución de la satisfacción del operador según número de intentos*



El análisis de correlación mediante el coeficiente de Spearman evidenció una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre la satisfacción del operador y la calidad de la imagen ecográfica ( $\rho = 0,582$ ;  $p < 0,001$ ), lo que indica que una mejor calidad de la imagen ecográfica se asocia con mayores niveles de satisfacción del operador. (ver Figura 21)

**Figura 21.**

*Correlación entre satisfacción del operador y calidad de imagen ecográfica*



*Nota.* Gráfico de dispersión que muestra la asociación entre la calidad de la imagen ecográfica y la satisfacción del operador.  $\rho$  de Spearman = 0,582;  $p < 0,001$ ;  $n = 70$ . La calidad de imagen se clasificó como nítida, regular o mala; la satisfacción del operador como satisfecho, neutral o insatisfecho.

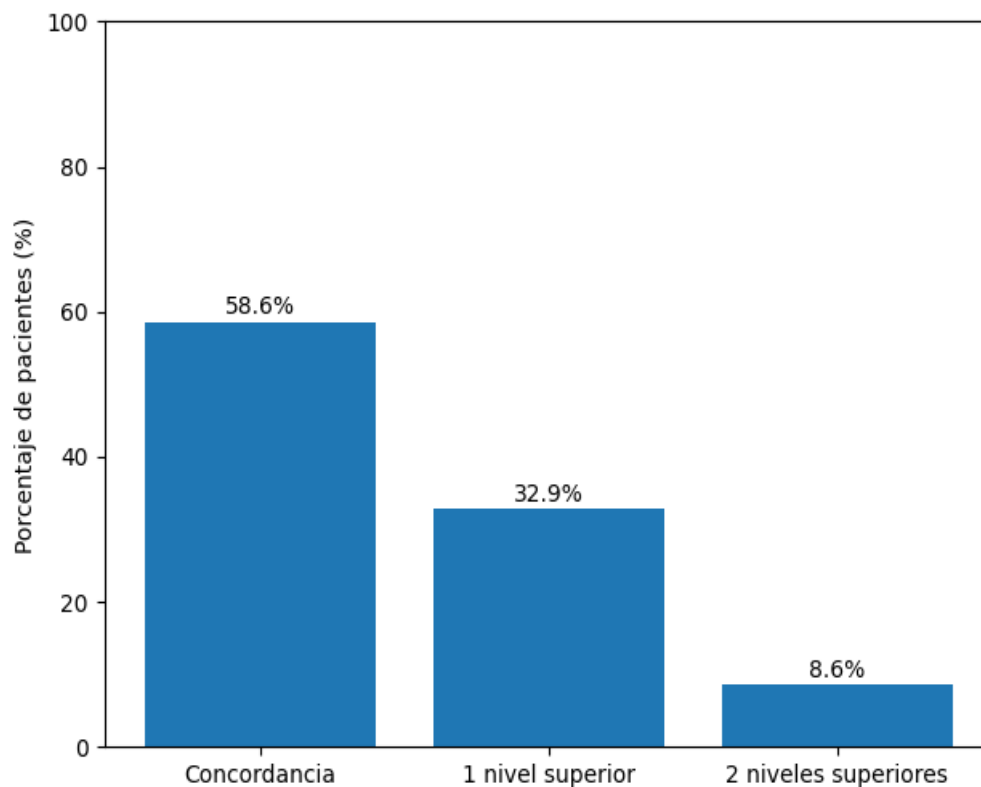
### **10.8 Concordancia entre el nivel intervertebral estimado por palpación y el identificado por ultrasonografía**

Se realizó un análisis descriptivo de concordancia entre la estimación del nivel intervertebral por palpación y su identificación mediante ultrasonografía, junto con un análisis de

asociación bivariado con variables de desempeño clínico. Se observó una concordancia intermedia (58,6%), con discrepancias leves (un nivel superior) en el 32,9% de los casos y discrepancias mayores (dos niveles superiores) en el 8,6%, evidenciando una tendencia sistemática a la sobreestimación cefálica al utilizar reparos anatómicos clínicos. No se registraron errores hacia niveles inferiores. Estas discrepancias se asociaron significativamente con un mayor número de intentos (prueba de chi cuadrado;  $p = 0,004$ ), un incremento en la dificultad percibida (Spearman  $\rho = 0,728$ ;  $p < 0,001$ ) y una mayor insatisfacción del operador ( $\rho = 0,734$ ;  $p < 0,001$ ), lo que sugiere un impacto directo de la precisión anatómica en el desempeño clínico. (ver Figura 22)

**Figura 22.**

*Concordancia entre el nivel intervertebral estimado por palpación y el identificado por ultrasonografía*



## 11. Discusión

El presente estudio sugiere que la anestesia subaracnoidea asistida por US es una técnica altamente efectiva y precisa en adultos mayores, una población tradicionalmente considerada de mayor complejidad anatómica y técnica para los procedimientos neuroaxiales. Los hallazgos obtenidos no solo son consistentes con la literatura existente, sino que aportan evidencia adicional sobre el impacto clínico del US en variables operativas clave como el número de intentos, los redireccionamientos, los tiempos clínicos y la satisfacción del operador y del paciente (27, 33, 35).

La población estudiada estuvo conformada por pacientes añosos, con predominio de ASA II y una alta prevalencia de comorbilidades y alteraciones anatómicas espinales, particularmente escoliosis. Este perfil coincide con lo descrito en estudios previos, donde la edad avanzada y los cambios degenerativos de la columna se asocian con mayor dificultad para la identificación de reparos anatómicos mediante palpación (25-26). En este contexto, la alta proporción de éxito observada en el presente estudio cobra especial relevancia, al evidenciar que el US permite mitigar las limitaciones inherentes a la anatomía del adulto mayor.

### Rendimiento ultrasonográfico y precisión anatómica

Uno de los hallazgos más robustos fue la fuerte correlación entre las mediciones ecográficas de profundidad y la profundidad real de inserción de la aguja, lo que confirma la utilidad del ultrasonido como herramienta predictiva. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Balki et al. y Tran et al., quienes demostraron una alta correlación entre la estimación ecográfica y la profundidad real del espacio subaracnoideo, confirmando la alta precisión predictiva de la ultrasonografía en este contexto clínico (30-31).

La magnitud de las correlaciones encontradas en este estudio ( $p > 0,9$ ) se sitúa en el rango superior de lo descrito previamente, incluso cuando la adquisición y marcación ecográfica fueron realizadas por un residente en formación, lo que refuerza la reproducibilidad y aplicabilidad de la técnica en contextos de entrenamiento (29). Este aspecto es particularmente relevante, ya que sugiere que el US no solo mejora la precisión técnica, sino que también reduce la dependencia exclusiva de la experiencia avanzada del operador, facilitando su implementación progresiva en programas formativos (29, 35).

#### Calidad de la imagen ecográfica y desempeño clínico

La calidad de la imagen ecográfica emergió como un determinante central del éxito técnico, en concordancia con estudios que señalan que la visualización adecuada de las estructuras profundas se asocia con menores proporción de punciones fallidas y redireccionamientos (27, 34). En el presente estudio, los pacientes con imágenes ecográficas nítidas presentaron una proporción significativamente mayor de éxito al primer intento y un menor número de intentos y redireccionamientos, lo que refuerza la hipótesis de que el US actúa como un factor modulador de la dificultad técnica.

La diferencia observada en el número de intentos entre los casos con imágenes ecográficas nítidas y regulares fue superior a la reportada en algunos estudios previos, lo cual podría explicarse por las características de la población geriátrica incluida y por la elevada frecuencia de alteraciones anatómicas propias de este grupo etario (37).

#### Intentos, redireccionamientos y eficiencia del procedimiento

La proporción de éxito al primer intento (81,4%) y la ausencia de fallos definitivos posicionan estos resultados favorablemente frente a la literatura, donde se describen proporciones variables dependiendo del operador, la población y la técnica empleada (32-33). La mayoría de los

procedimientos se completó con 0-2 redireccionamientos, lo que sugiere una adecuada selección ecográfica del espacio intervertebral, probablemente relacionada con la identificación de un espacio más amplio, que permite un mayor rango de inclinación de la aguja y facilita el abordaje del espacio subaracnoideo.

La correlación positiva fuerte entre el número de redireccionamientos y el número de intentos, así como el aumento progresivo del tiempo hasta la obtención de LCR a medida que aumentaron los intentos, coincide con lo descrito en estudios que consideran estas variables como marcadores indirectos de dificultad técnica y menor eficiencia procedural (32,36).

#### Tiempos clínicos del procedimiento

Los tiempos clínicos observados en el presente estudio fueron cortos y consistentes, lo que sugiere que la incorporación de la ultrasonografía no prolonga de manera significativa el procedimiento de anestesia subaracnoidea. Tanto el tiempo requerido para la identificación y marcación del espacio intervertebral como el tiempo hasta la obtención de LCR se mantuvieron dentro de rangos clínicamente aceptables y comparables a los reportados en la literatura, incluso en poblaciones con anatomía espinal compleja (5, 42-43).

Asimismo, se evidenció un incremento progresivo del tiempo hasta la obtención de LCR a medida que aumentó el número de intentos, lo que refuerza el valor del ultrasonido en la optimización del primer intento y en la reducción de retrasos asociados a la dificultad técnica. En conjunto, estos hallazgos respaldan que el uso sistemático del US, aun cuando implica una fase inicial de exploración, mejora la eficiencia global del procedimiento sin penalizar los tiempos clínicos, incluso cuando es aplicado por operadores en formación.

### Impacto en la dificultad percibida y la satisfacción

La relación directa entre el número de intentos y la dificultad percibida, así como la relación inversa con la satisfacción del operador y del paciente, ha sido descrita previamente (35, 36 38). No obstante, el presente estudio aporta una caracterización clara y progresiva de este fenómeno en una población geriátrica. Los procedimientos realizados en un solo intento se asociaron con baja dificultad y alta satisfacción, mientras que los múltiples intentos se vincularon con mayor complejidad técnica y menor satisfacción.

Estos hallazgos son clínicamente relevantes, dado que la experiencia del operador y del paciente constituye un desenlace cada vez más valorado en la práctica anestésica contemporánea.

### Correlación clínica–ecográfica del nivel intervertebral

La concordancia intermedia entre el nivel estimado por palpación y el nivel identificado por ultrasonografía confirma lo reportado en la literatura, donde se ha descrito una tendencia sistemática a la sobreestimación del nivel intervertebral cuando se utilizan exclusivamente reparos anatómicos clínicos, particularmente en adultos mayores (25-26). En este sentido, estudios realizados en voluntarios sanos han demostrado que la localización del espacio intervertebral L3–L4 mediante palpación presenta proporciones de inexactitud cercanas al 30% al compararse con la ultrasonografía, incluso en ausencia de patología espinal, lo que pone de manifiesto las limitaciones inherentes de esta técnica (40). En contraste, en el presente estudio la concordancia adecuada alcanzó el 58,6%, lo que sugiere que, aunque la palpación continúa siendo imprecisa, su desempeño puede optimizarse parcialmente cuando se integra en un abordaje sistemático apoyado por ultrasonografía, especialmente en un contexto clínico controlado. Asimismo, la ausencia de errores hacia niveles inferiores y la predominancia de discrepancias hacia niveles superiores observadas refuerzan el patrón descrito previamente en la literatura.

La asociación de estas discrepancias con un mayor número de intentos, un incremento en la dificultad percibida y una menor satisfacción del operador subraya el impacto clínico real de una localización anatómica imprecisa y posiciona al US como una herramienta clave para mejorar la exactitud y el desempeño técnico del procedimiento.

#### Seguridad del procedimiento

El perfil de seguridad observado fue altamente favorable, con una incidencia mínima de complicaciones leves, en concordancia con estudios que respaldan la seguridad de la anestesia espinal asistida por ultrasonografía.<sup>35,37</sup> No obstante, otros ensayos clínicos han demostrado que, aunque el uso de ultrasonografía mejora la identificación anatómica y reduce el número de intentos, estos beneficios no siempre se traducen en una disminución significativa de las complicaciones neurológicas mayores en comparación con la técnica convencional, especialmente en poblaciones de bajo riesgo.<sup>5,33,41</sup> Estas discrepancias podrían atribuirse a diferencias en el diseño de los estudios, el tamaño muestral, la definición de los eventos adversos, la experiencia del operador y, probablemente, a la baja incidencia basal de este tipo de complicaciones. En este contexto, los resultados del presente estudio sugieren que la principal contribución de la ultrasonografía podría residir en la optimización de la eficacia técnica y la estandarización del procedimiento, más que en una reducción absoluta de eventos neurológicos mayores, beneficio que podría ser más evidente en poblaciones vulnerables o con anatomía compleja.

#### Limitaciones e implicaciones clínicas

Los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando algunas limitaciones. El diseño observacional y unicéntrico puede restringir la generalización de los hallazgos. El tamaño muestral, aunque suficiente para identificar asociaciones estadísticamente significativas, limita la realización de análisis multivariados y la evaluación detallada de subgrupos. Asimismo,

la dificultad del procedimiento y la satisfacción del operador se basaron en medidas subjetivas. No obstante, es relevante destacar que la adquisición y marcación ecográfica fueron realizadas por un residente en formación, lo que pudo influir en la calidad de algunas imágenes; sin embargo, este aspecto refuerza la aplicabilidad de la técnica en escenarios reales de entrenamiento. Finalmente, la ausencia de un grupo control con técnica convencional, la no evaluación de la variabilidad interobservador y la falta de comparación con el abordaje subaracnoideo guiado por US en tiempo real constituyen limitaciones metodológicas adicionales del estudio.

A pesar de las anteriores limitaciones, los hallazgos de este estudio respaldan de manera consistente la incorporación sistemática del US como herramienta complementaria en la anestesia subaracnoidea, especialmente en adultos mayores y pacientes con anatomía espinal compleja. Su utilización permitió mejorar la precisión anatómica, optimizar el desempeño técnico y reducir la dificultad del procedimiento, incluso cuando fue aplicada por operadores en formación, posicionando al US no solo como una estrategia de rescate, sino como un componente clave del abordaje neuroaxial moderno, en concordancia con lo descrito en textos de referencia en anestesia regional (38-39).

## **12. Conclusiones**

La anestesia subaracnoidea asistida por US mostró una proporción de éxito del 100% en la población geriátrica, con un 81,4% de éxito al primer intento, incluso en una población con alta prevalencia de comorbilidades y cambios degenerativos propios del envejecimiento, independientemente de que en la mayoría de los casos la palpación de los reparos anatómicos fuera clasificada como fácil.

La calidad de la imagen ecográfica se identificó como un determinante crítico del desempeño clínico, observándose una proporción de éxito significativamente mayor al primer intento en los pacientes con imágenes nítidas en comparación con aquellos con imágenes regulares (91,5% vs. 27,3%;  $p < 0,001$ ).

Las mediciones ecográficas de profundidad mostraron una correlación muy fuerte con la profundidad real de inserción de la aguja ( $\rho = 0,96$  para LA-DD y  $\rho = 0,91$  para DV-LLP), lo que confirma la alta precisión predictiva del US.

En el 72,8% de los procedimientos, la punción se completó con 0 a 2 redireccionamientos, lo que sugiere una adecuada selección ecográfica del espacio intervertebral, probablemente relacionada con la identificación de un espacio más amplio que permite un mayor rango de inclinación de la aguja y facilita el abordaje del espacio subaracnoideo.

Se evidenció una correlación positiva fuerte entre el número de redireccionamientos y el número de intentos ( $\rho = 0,70$ ;  $p < 0,001$ ), así como un incremento significativo del tiempo hasta la obtención de LCR a mayor número de intentos.

Los tiempos clínicos asociados al abordaje subaracnoideo asistido por US fueron cortos y consistentes, lo que sugiere que la incorporación del US no prolonga de manera significativa el procedimiento.

La dificultad percibida y la satisfacción del operador se relacionaron directamente con el número de intentos: los procedimientos realizados en un solo intento fueron clasificados mayoritariamente como de baja dificultad y alta satisfacción, mientras que los múltiples intentos se asociaron con mayor dificultad y menor satisfacción.

La correlación clínico–ecográfica del nivel intervertebral fue intermedia (58,6%), evidenciándose una tendencia sistemática a la sobreestimación del nivel mediante palpación, lo cual se asoció con mayor dificultad técnica y menor desempeño clínico.

El procedimiento presentó un perfil de seguridad favorable, con baja incidencia de eventos adversos leves.

En conjunto, nuestros resultados muestran que la anestesia subaracnoidea asistida por US es una técnica efectiva y precisa en la población geriátrica de nuestro medio. Se asoció con una alta proporción de éxito al primer intento, ausencia de fallos definitivos, baja necesidad de redireccionamientos y tiempos de procedimiento breves, incluso en pacientes con alta prevalencia de comorbilidades y cambios degenerativos propios del envejecimiento. La calidad de la imagen ecográfica se identificó como un factor determinante del desempeño técnico, y las estimaciones ecográficas de profundidad mostraron una fuerte correlación con la profundidad real de inserción de la aguja, respaldando la precisión predictiva del US. Asimismo, se observó una relación directa entre el número de intentos, la dificultad percibida y la satisfacción del operador, junto con un perfil de seguridad favorable, caracterizado por baja incidencia de eventos adversos leves. Estos hallazgos respaldan el uso del US como una herramienta valiosa para optimizar el abordaje de la anestesia subaracnoidea en pacientes geriátricos, contribuyendo a mejorar la calidad de la atención y la seguridad del paciente.

**Referencias Bibliográficas**

1. Chong SE, Mohd Nikman A, Saedah A, Wan Mohd Nazaruddin WH, Kueh YC, Lim JA, et al. Real-time ultrasound-guided paramedian spinal anaesthesia: evaluation of the efficacy and the success rate of single needle pass. *Br J Anaesth.* 2017;118(5):799–801.
2. Vogt M, van Gerwen DJ, Lubbers W, van den Dobbelen JJ, Hagenaars M. Optimal point of insertion and needle angle in neuraxial blockade using a midline approach: a study in computed tomography scans of adult patients. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42(5):600–608.
3. Rosales LKE, Coto CC, Naranjo AS. Ultrasonido en anestesia neuroaxial. *Rev Med Sinergia.* 2020;5(12):1–15.
4. Chin KJ. Recent developments in ultrasound imaging for neuraxial blockade. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2018;31(5):608–613.
5. 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):251–260.
6. Yoo S, Kim Y, Park SK, Ji SH, Kim JT. Ultrasonography for lumbar neuraxial block. *Anesth Pain Med (Seoul).* 2020;15(4):397–408.
7. Liu F, Li JW, Songthamwat B, Karmakar MK. Ultrasound visibility of the neuraxial structures at the L3–4–5 and L5–S1 intervertebral levels in the elderly. *Anesthesiology.* 2014;120(Suppl):1.
8. Zeng W, Shi Y, Zheng Q, Du S. Ultrasound-assisted modified paramedian technique for spinal anesthesia in elderly patients. *BMC Anesthesiol.* 2022;22(1):242.

9. Qu B, Chen L, Zhang Y, Jiang M, Wu C, Ma W, Li Y. Landmark-guided versus modified ultrasound-assisted paramedian techniques in combined spinal–epidural anesthesia for elderly patients with hip fractures: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2020;20(1):248.
10. Park SK, Cheun H, Kim YW, Bae J, Yoo S, Kim WH, Lim YJ, Kim JT. Ultrasound-assisted spinal anesthesia: a randomized comparison between midline and paramedian approaches. *J Clin Anesth.* 2022;80:110823.
11. Uyel Y, Kilicaslan A. Preprocedural ultrasonography versus landmark-guided spinal anesthesia in geriatric patients with difficult anatomy: a prospective randomized trial. *Eurasian J Med.* 2021;53(1):9–14.
12. Geng J, Chen XL, Wang XD, Guo XY, Li M. Ultrasound imaging increases first-attempt success rate of neuraxial block in elderly patients. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi.* 2016;96(43):3459–3463.
13. Park SK, Bae J, Yoo S, Kim WH, Lim YJ, Bahk JH, Kim JT. Ultrasound-assisted versus landmark-guided spinal anesthesia in patients with abnormal spinal anatomy: a randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2020;130(3):787–795.
14. Rizk MS, Zeeni CA, Bouez JN, Bteich NJ, Sayyid SK, Alfahel WS, Siddik-Sayyid SM. Preprocedural ultrasound versus landmark techniques for spinal anesthesia performed by novice residents in elderly patients: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2019;19(1):208.
15. Park SK, Yoo S, Kim WH, Lim YJ, Bahk JH, Kim JT. Ultrasound-assisted versus landmark-guided paramedian spinal anaesthesia in the elderly: a randomized controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2019;36(10):763–771.

16. Coto Chaves C, Naranjo Alfaro S, Rosales Ledezma KE. Uso de ultrasonido en anestesia neuroaxial. *Rev Med Sinergia*. 2020;5(12).
17. Ituk U, Wong CA. Overview of neuraxial anesthesia. In: *UpToDate* [Internet]. Waltham (MA): UpToDate Inc.; 2020 [cited 2020 May 4].
18. Chin KJ, Perlas A, Chan VWS, et al. Ultrasound imaging facilitates spinal anesthesia in adults with difficult surface anatomic landmarks. *Anesthesiology*. 2011;115(1):94–101.
19. Rivera R, Antognini JF. Perioperative drug therapy in elderly patients. *Anesthesiology*. 2009;110(5):1176–1181.
20. Scapinelli R. Morphological and functional changes of the lumbar spinous processes in the elderly. *Surg Radiol Anat*. 1989;11(2):129–133.
21. Chin KJ, Peng P, Warner DS. Ultrasonography of the adult thoracic and lumbar spine for central neuraxial blockade. *Anesthesiology*. 2011;114(6):1459–1485.
22. Esteban QPJ. Ecografía para anesthesiólogos. *Rev Colomb Anesthesiol*. 2014;42(1):33–36.
23. Williams S, Khalil M, Weerasinghe A, Sharma A, Davey R. Bedside ultrasound to assist lumbar puncture. *Pract Neurol*. 2017;17(1):47–50.
24. Rebollo-Manrique RE. Opciones de abordaje neuroaxial: evidencia e importancia del uso del ultrasonido en el neuroeje. *Rev Mex Anest*. 2017;40(Suppl 1):247–249.
25. 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):1122–1126.
26. Furness G, Reilly MP, Kuchi S. An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia*. 2002;57(3):277–280.
27. Chin KJ, Perlas A. Ultrasound-guided neuraxial blockade. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2011;24(5):567–572.

28. Karmakar MK, Li X, Ho AMH, Kwok WH, Chui PT, Ngan Kee WD. Ultrasound-guided lumbar puncture. *Br J Anaesth.* 2009;102(3):353–360.
29. Grau T, Leipold RW, Delorme S, Martin E. Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study. *Anesthesiology.* 2003;98(2):472–478.
30. Balki M, Lee Y, Halpern SH, Carvalho JCA. Ultrasound imaging of the lumbar spine in the transverse plane: correlation between estimated and actual depth to the epidural space. *Anesth Analg.* 2009;108(6):1876–1881.
31. Tran DQH, Kamani AA, Al-Attas E, Finlayson RJ, Chin KJ. Prediction of epidural space depth using ultrasound. *Reg Anesth Pain Med.* 2009;34(6):539–544.
32. Shaikh F, Brzezinski J, Alexander S, Arzola C, Carvalho JCA, Beyene J, Sung L. Ultrasound guidance for lumbar punctures: a systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol.* 2013;39(7):1137–1146.
33. Perlas A, Chaparro LE, Chin KJ, et al. Ultrasound guidance improves the success of spinal anesthesia in adults: a randomized controlled trial. *Anesthesiology.* 2016;124(5):1079–1087.
34. Chin KJ, Ramlogan R, Arzola C, Singh M, Chan VWS, Perlas A. The utility of ultrasound imaging in predicting ease of spinal anesthesia. *Anesth Analg.* 2011;113(3):637–645.
35. Neal JM, Brull R, Horn JL, Liu SS, McCartney CJL, Perlas A, et al. The role of ultrasound in regional anesthesia: executive summary. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41(2):164–180.
36. Sites BD, Brull R, Chan VWS, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et al. Ultrasound guidance improves the success rate of a regional anesthetic block. *Reg Anesth Pain Med.* 2009;34(1):47–59.
37. Chin KJ, Perlas A, Chan VWS, Brull R. Ultrasound imaging facilitates spinal anesthesia in elderly patients. *Br J Anaesth.* 2011;106(4):552–558.

38. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJL, Franco CD, et al. Ultrasound-guided regional anesthesia and pain medicine. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2016.
39. Hadzic A. Textbook of regional anesthesia and acute pain management. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2017.
40. Cruz Arroyo LA, Athié García JM, Martínez Rosete VA, Martínez Cruz FR. Localización adecuada del espacio intervertebral L3–L4 por palpación según el ultrasonido en voluntarios sanos. Acta méd. Grupo Ángeles [Internet]. 2017 Feb [citado 2026 Ene 02];15(1):25–31.
41. Nomura JT, Leech SJ, Shenbagamurthi S, et al. A randomized controlled trial of ultrasound-assisted lumbar puncture. J Ultrasound Med. 2007;26(10):1341-8.
42. Siddiqui N, Arzola C, Friedman Z, You-Ten KE, Perlas A. Ultrasound improves the success of spinal anesthesia in patients with difficult surface anatomic landmarks: a prospective randomized trial. Anesthesiology. 2013;119(3):611-20.
43. Wang X, Li Y, Xu Z, Yang J, Zhang L. Ultrasound-guided versus landmark-guided spinal anesthesia in elderly patients: a prospective randomized study. BMC Anesthesiol. 2020;20:123.

## Apéndices

### Apéndice A. Aval del Comité de Ética de la UIS



4110

Bucaramanga, 26 de Abril de 2024

Estudiante

ELIANA MILENA BERDUGO PEREIRA  
Especialización en Anestesiología y Reanimación  
Escuela de Medicina Facultad de Salud

Asunto: Aval Comité de Ética proyecto “Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica”.

Cordial Saludo.

El Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI) en reunión celebrada bajo la modalidad presencial el día 26 de abril de 2024, según consta en el Acta N° 12 evaluó el proyecto del asunto y al respecto conceptúa que, en consideración a que el proyecto cumple con todos los requerimientos del CEINCI-UIS, acuerda por consenso, APROBAR la propuesta y el consentimiento informado de acuerdo con la versión presentada.

Se solicita emplear las estrategias que considere necesarias para verificar que el consentimiento informado ha sido comprendido por los participantes. De otra parte, adoptar los mecanismos necesarios para garantizar la confidencialidad de la información recabada. Todo ello amparado en lo reglamentado en la Ley Estatutaria 1581 de 2012 del Congreso de la República de Colombia, por la cual se dictan disposiciones para la protección de datos personales, Decreto 1377 de 2013 “Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 1581 de 2012”, en la Resolución de Rectoría 1227 del 22 de agosto de 2013, sobre el tratamiento de datos personales. Además, recomendamos tener presente los criterios y procedimientos establecidos por la E.S.E. Hospital Universitario de Santander para el acceso a la información y a los participantes. Finalmente, socializar los resultados generados en este proyecto en las instancias correspondientes.

De igual manera, aplicar según corresponda a la investigación, la normatividad del Sistema de Gestión Integral de la Universidad, que está disponible en el enlace: <https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/calidad.jsp>, especialmente lo relacionado con el Manual de Gestión Integrado.

En caso de presentarse cualquiera de las siguientes circunstancias, solicitamos lo informe al correo [comitedetica@uis.edu.co](mailto:comitedetica@uis.edu.co):

- Reporte de mala práctica científica por parte de cualquier miembro del equipo investigador.
- Notificación previa de las modificaciones realizadas al protocolo, las cuales deben ir aprobadas, mediante acta, por su especialización.
- Reporte de cualquier eventualidad que usted considera deba conocer el CEINCI-UIS.

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN  
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Centro, Carrera 19 - calle 35 - 02, Piso 2.  
PBX: (607) 6344000 Ext. 3808, Bucaramanga, Colombia.  
E-mail: [comitedetica@uis.edu.co](mailto:comitedetica@uis.edu.co) <http://www.uis.edu.co>

## Apéndice B. Aval del Comité de Ética del HUS



HUS-EE-20240820-1330-00000469

Bucaramanga, 20 de agosto de 2024

PARA: Investigadora Principal  
ELIANA MILENA BERDUGO PEREIRA

ASUNTO: Evaluación técnico científica y ética del protocolo de investigación "Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica".

Cordial saludo,

Con la presente me permito informarle que el proyecto "Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica", del cual Usted es la Investigadora Principal, fue analizado y APROBADO, por el Comité Técnico Científico de Investigación (Acta No 07 del 31 de julio de 2024) y el Comité de Ética en Investigación (Acta No 11 del 16 agosto de 2024).

Para garantizar que durante la investigación se cumpla con las normas específicas del servicio donde se desarrollará el proyecto de investigación y no se impacte de manera negativa en las actividades, el equipo investigador, deberá realizar previo al inicio de la investigación, la socialización del proyecto con las directivas del servicio. La ejecución del proyecto está condicionada y/o limitada por las necesidades y reglamentos generales y específicos de la ESE HUS.

Cabe anotar que, el Investigador Principal debe presentar un Informe de Avance del Proyecto, transcurridos 6 meses a partir de esta notificación, para ello se requiere diligenciar el formato "Informe de Avances de Investigaciones" (GID-INV-FO-09).

Al finalizar el proyecto, debe presentar al Comité Técnico Científico de Investigación y al Comité de Ética en Investigación una copia de los productos derivados del proyecto (Artículo, Capítulo de Libro, Libro, Ponencias, entre otros), y formato "Informe Final o Avance de Proyectos" (GID-INV-FO-15), debidamente diligenciado; además, debe contar con la filiación respectiva para la ESE HUS como "Hospital Universitario de Santander".

Atentamente,

M. Márquez H

MARISELA MARQUEZ HERRERA  
Presidente Comité Técnico Científico de Investigación (Delegada)  
E.S.E. Hospital Universitario de Santander

ELISA ISÉNIA SANTOS MORALES

ELISA ISÉNIA SANTOS MORALES  
Presidente Comité de Ética en Investigación.  
E.S.E. Hospital Universitario de Santander

Proyecto: Yurley Andrea Zapata Ortiz – Apoyo Nivel Técnico Proceso de Investigación – Sortesalud

www.hus.gov.co  
Hospital Universitario de Santander, NIT. 900006037-4  
Ventanilla Única: Cra. 32 No 29 - 175  
Servicio de Información y Atención al Usuario: siau@hus.gov.co

Docencia, Investigación e Innovación  
Calle 33 No 28 - 126 Piso 12  
Bucaramanga  
PBX: (607) 6912010 EXT. 178  
e-mail: comiteatca@investigacion@hus.gov.co

**Apéndice C. Consentimiento informado****FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

Título del estudio

Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica

Con base en los principios establecidos en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos, adoptada por la 18va Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia, Junio de 1964, y enmendada por la 65<sup>va</sup> Asamblea General Fortaleza, Brasil, Octubre de 2013, las pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos preparadas por el Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS) en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) en Ginebra de 2002, los principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación establecidos en el informe Belmont y según la Resolución 8430 del 4 de Octubre de 1993 del Ministerio de Salud Colombiano, por la cual se establecen las normas para la investigación en salud en Colombia, específicamente en el artículo 15 en lo relacionado con el consentimiento informado usted deberá conocer acerca de esta investigación, aceptar voluntariamente participar en ella y dar su autorización si así lo considera conveniente para que los datos obtenidos en este estudio puedan ser utilizados para su publicación en este y otros estudios.

Queremos informarle que usted es una persona elegible para participar en el trabajo de investigación titulado Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en

población geriátrica, el cual se desarrollará en el Hospital Universitario de Santander previa aprobación por parte del Comité de Ética Médica en Investigación y Comité Técnico Científico de Investigación de dicha Institución y del Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI). Por favor, lea con cuidado en qué consiste la investigación y le solicitamos que haga las preguntas que estime convenientes hasta su total comprensión y antes de informarnos su decisión final.

Objetivo y justificación de la investigación: Usted padece de una enfermedad, que según criterio de su médico tratante, requiere de una intervención quirúrgica y según criterio de su anesthesiólogo a cargo es candidato a recibir anestesia subaracnoidea, también conocida como anestesia raquídea. En este tipo de anestesia se inyecta el medicamento anestésico cerca de la médula espinal y de los nervios a su alrededor para adormecer la parte inferior de su cuerpo y que no sienta dolor durante la cirugía. Según el tipo de cirugía, se le puede adormecer el cuerpo desde la cintura o desde la línea del pezón hacia abajo. Se realiza introduciendo una aguja especial en un espacio intervertebral de su espalda baja. Rutinariamente, para la aplicación de esta anestesia, el anesthesiólogo utiliza la técnica de palpación de reparos anatómicos para identificar el mejor espacio intervertebral; sin embargo, en la población geriátrica esta técnica puede resultar desafiante ya que los cambios degenerativos del disco intervertebral y de las articulaciones vertebrales, junto con la distorsión y compresión de los espacios intervertebrales asociados con el envejecimiento pueden generar que el anesthesiólogo realice múltiples intentos de punciones y con ellos mayor riesgo de complicaciones asociadas al procedimiento. No obstante, gracias a la implementación de la ecografía en la práctica diaria del anesthesiólogo se puede realizar una evaluación ecográfica para identificar la línea media y precisar el mejor espacio intervertebral a puncionar y así tener mayor probabilidad de éxito en el primer intento de punción, reduciendo el

número de punciones lumbares, disminuyendo el tiempo del procedimiento, el riesgo de complicaciones asociadas, aumentando su satisfacción como paciente y mejorando así la calidad y seguridad de la atención médica.

Descripción del procedimiento: Los participantes incluidos en el estudio serán indagados sobre variables sociodemográficas, antecedentes médico-quirúrgicos y variables clínicas. Los datos y la información obtenida de los participantes se registrará en una base de datos obtenida mediante el software Google Forms la cual será diligenciada por la investigadora principal. Posteriormente se procederá con el reconocimiento ecográfico con la ayuda de una sonda de ecografía, realizando en su espalda movimientos lentos en diferentes direcciones para identificar la línea media de su columna vertebral y encontrar el espacio intervertebral a puncionar. Esta evaluación ecográfica será realizada por residentes y anestesiólogos con experiencia en ecografía neuroaxial. Previo a la punción y obteniendo la imagen ecográfica más clara, se utilizará un marcador de piel estéril e imborrable para marcar en su espalda el punto medio del borde largo de la sonda y el punto medio del borde corto de la sonda para identificar el punto exacto de inserción de la aguja y luego se procederá a medir la distancia ecográfica al espacio intratecal. Una vez identificado el punto exacto a puncionar, se dejará a un lado la sonda ecográfica y se procederá a aplicar la anestesia raquídea de la forma habitual guiada por las marcas de la piel y la distancia medida al espacio intratecal. Una vez lograda la punción exitosa se medirá la profundidad de inserción de la aguja hasta el borde la piel. Se interrogará al participante sobre el grado de dolor y discomfort durante el procedimiento, así como su grado de satisfacción posterior al mismo. Además, se interrogará al anestesiólogo por el nivel de dificultad del procedimiento y por el grado de satisfacción posterior al mismo. También se registrará si se presenta alguna complicación durante el procedimiento.

Molestias o riesgos esperados: La presente investigación es catalogada como una investigación de riesgo mínimo pues no se expondrá al sujeto a daños causados por la investigación. Se trata de un estudio en el que se utilizará una tecnología biomédica ya establecida en la práctica clínica, segura, sin ningún riesgo para el participante, como lo es la ecografía, una herramienta portátil, no invasiva y fácil de usar que sirve de ayuda en el abordaje de la anestesia subaracnoidea. La evaluación ecográfica per se no tiene ningún riesgo para su integridad física o mental, no generará lesiones físicas, ni daños psicológicos, ni dolor, ni sufrimiento, ni discapacidad, ni molestias que afecten su integridad. Tampoco desencadenará efectos adversos ni complicaciones adicionales a las que ya están descritas para la anestesia subaracnoidea por el método tradicional. Los potenciales riesgos y complicaciones propios de la anestesia subaracnoidea serán explicados detalladamente previo a la inclusión del participante en el estudio, aclarando que son riesgos propios de la anestesia subaracnoidea, que ocurren con poca frecuencia y que son riesgos independientes al abordaje utilizado, es decir, no están asociados con el uso de la ecografía.

Beneficios observados: los resultados de este estudio ayudarán a determinar el éxito de la anestesia subaracnoidea asistida por ecografía en la población geriátrica y con los resultados contribuir a la evidencia actual disponible sobre el tema para facilitar la toma de decisiones para la elección del abordaje más adecuado en esta población, mejorando así su calidad de atención y su seguridad.

Garantía de respuesta a dudas o inquietudes: se otorga la garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración a cualquier duda acerca del procedimiento a realizar y sobre asuntos relacionados con la investigación en general, así como los mecanismos para afrontar situaciones específicas generadas a partir de la intervención o resultados de la investigación. Usted

puede preguntar todo lo relacionado con el estudio y su participación y si surgen dudas del proceso de la evaluación ecográfica, usted está en la libertad de pedir explicación. Además desde el estudio tenemos el compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio, aunque ésta pudiera afectar la voluntad de continuar su participación.

Retiro del consentimiento: si usted no desea continuar con la participación en el estudio, o si sus dudas no fueron resueltas, usted puede de manera libre en cualquier momento del estudio expresar su deseo de no continuar su participación en el estudio sin consecuencias en su atención médica, ni en su bienestar físico ni mental y sin que por ello se creen perjuicios para continuar su cuidado médico y tratamiento.

Costos por la participación: no existen costos o gastos adicionales a su proceso de atención, la evaluación ecográfica será gestionada por el grupo de investigación sin solicitarle dinero por la evaluación con el ecógrafo, no se cobrará dinero por el ingreso al estudio ni tampoco existe un propósito de entregar dinero por la participación, su participación es completamente libre, voluntaria y gratuita.

Privacidad y anonimato: Los datos personales obtenidos del instrumento se manejarán bajo lo estipulado en la Ley 1581 de 2012, garantizándose la intimidad y confidencialidad de la información personal, la cual será utilizada solo por los investigadores a cargo, restringiéndose el acceso a la misma a personas externas a la investigación. Si usted acepta la participación en el estudio y posterior publicación de los resultados, en todo momento se mantendrá el secreto profesional garantizando la confidencialidad de sus datos, cada historia clínica tendrá un consecutivo y se evitará registrar su identidad. Se garantiza que la recolección y uso de información se limita a los datos que son pertinentes y adecuados para la finalidad de la investigación. Los datos de los participantes pueden ser suprimidos en cualquier momento por

solicitud expresa del participante. Se garantizan todas las condiciones de privacidad para la recolección de datos así como mecanismos para prevenir situaciones que puedan atentar contra la intimidad física y/o psicológica de los participantes del estudio.

Tratamiento de datos personales: Dando cumplimiento a lo dispuesto en la Ley Estatutaria 1581 de 2012, a su Decreto Reglamentario 1377 de 2013 y a la Resolución de Rectoría 1227 de 2013, la Universidad Industrial de Santander adopta la política nacional para el tratamiento de datos personales, la cual será informada a todos los titulares de los datos recolectados o que en el futuro se obtengan en el ejercicio de las actividades académicas, culturales, comerciales o laborales derivadas de este proyecto de investigación. En tal sentido, la investigadora principal de este proyecto manifiesta que garantiza los derechos de la privacidad, la intimidad y el buen nombre de los participantes de la investigación, en el tratamiento de los datos personales, y en consecuencia todas sus actuaciones se regirán por los principios de legalidad, finalidad, libertad, veracidad o calidad, transparencia, acceso y circulación restringida, seguridad y confidencialidad. Lo anterior implica que todas las personas que en desarrollo de las diferentes actividades del proyecto llegaran a suministrar cualquier tipo de información o dato personal podrán conocerla, actualizarla, rectificarla o suprimirla.

Uso futuro de la información: Con la información y datos recolectados en la investigación se pretende la generación de un póster académico, una ponencia para ser presentada en congreso médico, la creación de un artículo para publicación en revista médica indexada, así como la generación de una tesis de grado para optar al título de Especialista en Anestesiología y Reanimación. Todo lo anterior, previo concepto y aprobación por parte del Comité de Ética Médica en Investigación y Comité Técnico Científico de Investigación de la ESE Hospital Universitario

de Santander y del Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI).

Por lo anterior yo \_\_\_\_\_ identificado con documento de identidad tipo cédula de ciudadanía con número \_\_\_\_\_, mayor de edad, de forma libre, voluntaria e informada, entendiendo todo lo explicado, manifiesto mi expresa autorización para uso del nombre o de datos personales, si por efectos del proyecto se requiere, y doy mi consentimiento para la participación en esta investigación. Mediante la firma a continuación acepto la invitación a participar en el estudio en el marco de toda la información y normatividad presentada en el presente documento.

Ante cualquier duda o inquietud puede hacerlo con la investigadora principal, la doctora Eliana Milena Berdugo Pereira, residente de la especialización médico-quirúrgica en Anestesiología y Reanimación de la Universidad Industrial de Santander al correo [eliana2228565@correo.uis.edu.co](mailto:eliana2228565@correo.uis.edu.co) y/o al teléfono (+57)3176693927. Para preguntas, aclaraciones o inquietudes acerca de los aspectos éticos de esta investigación puede comunicarse con los Comités que han dado aprobación a este protocolo:

1. Comité de Ética en Investigación Científica UIS (Universidad Industrial de Santander), se puede comunicar al teléfono: (607) 634 4000 ext. 3808, o enviar correo electrónico a: [comitedetica@uis.edu.co](mailto:comitedetica@uis.edu.co)
2. Comité Técnico Científico de Investigación ESE HUS (Hospital Universitario de Santander), se puede comunicar al teléfono: (607) 691 0030 ext. 182 - 178, o enviar correo electrónico a: [tecnicocientificodeinvestigacion@hus.gov.co](mailto:tecnicocientificodeinvestigacion@hus.gov.co)

3. Comité de Ética en Investigación ESE HUS (Hospital Universitario de Santander), se puede comunicar al teléfono: (607) 691 0030 ext. 182 - 178., o enviar correo electrónico al: [comiteeticaeinvestigacion@hus.gov.co](mailto:comiteeticaeinvestigacion@hus.gov.co)

● Participante:

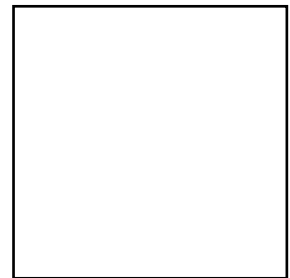
Nombre: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



Huella digital

● Representante legal:

Nombre: \_\_\_\_\_

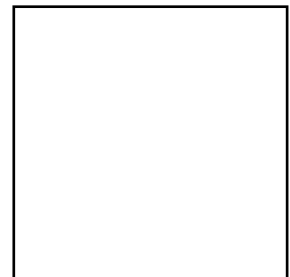
Cédula: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Relación: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



Huella digital

- Testigo 1:

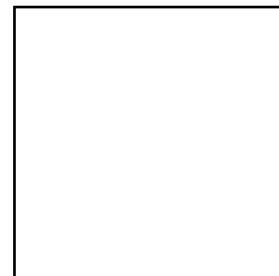
Nombre: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Relación: \_\_\_\_\_



Huella digital

Firma: \_\_\_\_\_

- Testigo 2:

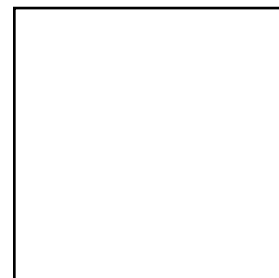
Nombre: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Relación: \_\_\_\_\_



Huella digital

Firma: \_\_\_\_\_

- Investigadora principal:

Nombre: \_\_\_\_\_

Cédula: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

- Datos de la investigadora principal:

Correo electrónico: [eliana2228565@correo.uis.edu.co](mailto:eliana2228565@correo.uis.edu.co)

WhatsApp: (+57)3176693927

- Contacto del Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI):

Correo electrónico: [comitedetica@uis.edu.co](mailto:comitedetica@uis.edu.co)

Teléfonos: +57(607) 634 4000 extensión: 3808

Dirección oficina: carrera 19 #35 – 02, oficina 245 (Bucaramanga, Santander) en horario de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:00 m. y de 2:00 p.m. a 5:00 p.m.

- Contacto del Comité Técnico Científico de Investigación ESE HUS (Hospital Universitario de Santander), se puede comunicar al teléfono: (607) 691 0030 ext. 182 - 178, o enviar correo electrónico a: [tecnicocientificodeinvestigacion@hus.gov.co](mailto:tecnicocientificodeinvestigacion@hus.gov.co).
- Contacto del Comité de Ética en Investigación ESE HUS (Hospital Universitario de Santander), se puede comunicar al teléfono: (607) 691 0030 ext. 182 - 178., o enviar correo electrónico al: [comiteeticaeinvestigacion@hus.gov.co](mailto:comiteeticaeinvestigacion@hus.gov.co)

**Apéndice D. Instrumento de recolección de datos**

Título del estudio

Éxito del abordaje asistido por ultrasonido en anestesia subaracnoidea en población geriátrica

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

Nº Consecutivo: \_\_\_\_\_

**DATOS DEL PARTICIPANTE:**

- Número de historia clínica: \_\_\_\_\_
- Edad: \_\_\_\_\_
- Género: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_
- Peso: \_\_\_\_\_
- Estatura: \_\_\_\_\_
- IMC: \_\_\_\_\_
- Clasificación ASA: \_\_\_\_\_
- Cirugía de columna lumbar previa: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- Escoliosis lumbar: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- Facilidad de palpación de reparos anatómicos: Fácil \_\_\_\_\_ Moderada \_\_\_\_\_ Difícil \_\_\_\_\_  
Imposible \_\_\_\_\_
- Antecedente de anestesia neuroaxial difícil: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

- Comorbilidades: DM \_\_\_\_\_ HTA \_\_\_\_\_ ICC \_\_\_\_\_ Enfermedad coronaria \_\_\_\_\_  
Enfermedad pulmonar \_\_\_\_\_ Enfermedad tiroidea \_\_\_\_\_ Enfermedad neurológica \_\_\_\_\_  
Otra \_\_\_\_\_

**DATOS DE LA CIRUGÍA:**

- Nombre de procedimiento: \_\_\_\_\_
- Especialidad tratante: \_\_\_\_\_
- Tipo de cirugía: Urgencia \_\_\_\_\_ Electiva \_\_\_\_\_
- Duración estimada de la cirugía \_\_\_\_\_

**DATOS DEL EXAMEN ECOGRÁFICO:**

- Espacio intervertebral identificado: \_\_\_\_\_
- Calidad de la imagen: Excelente (nítida) \_\_\_\_\_ Regular (borrosa) \_\_\_\_\_ Mala (interferencia) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- Tiempo para identificación del espacio intervertebral (min): \_\_\_\_\_
- Tiempo para identificación de otras estructuras (min): \_\_\_\_\_
- Profundidad al complejo ligamento amarillo-duramadre dorsal (cm) \_\_\_\_\_
- Profundidad al complejo duramadre ventral-ligamento longitudinal posterior (cm) \_\_\_\_\_

**DATOS DEL OPERADOR:**

- Cargo: Residente \_\_\_\_\_ Anestesiólogo \_\_\_\_\_
- Años de experiencia: \_\_\_\_\_

## DATOS DE LA PUNCIÓN LUMBAR:

- Posición: Sentado \_\_\_\_\_ Decúbito lateral \_\_\_\_\_
- Sedación previa: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- Abordaje: Línea media \_\_\_\_\_ Paramediano \_\_\_\_\_
- Calibre de la aguja: 25G \_\_\_\_\_ 26G \_\_\_\_\_ 27G \_\_\_\_\_
- Tipo de aguja: Punta de lápiz \_\_\_\_\_ Bisel \_\_\_\_\_
- Infiltración de la piel previa: Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- Espacio intervertebral seleccionado: L2-L3 \_\_\_\_\_ L3-L4 \_\_\_\_\_ L4-L5 \_\_\_\_\_ L5-S1 \_\_\_\_\_
- Nivel de dermatoma: T4- T6 \_\_\_\_\_ T7- T10 \_\_\_\_\_ T11 – L1 \_\_\_\_\_
- Profundidad de inserción de la aguja (cm) \_\_\_\_\_
- Éxito en el primer intento: \_\_\_\_\_
- Éxito en el segundo intento: \_\_\_\_\_
- Éxito en el tercer intento: \_\_\_\_\_
- Número de intentos: \_\_\_\_\_
- Número de redireccionamientos de la aguja: \_\_\_\_\_
- Tiempo desde inserción de la aguja hasta obtener retorno de LCR (min): \_\_\_\_\_
- Tiempo total desde inserción de la aguja (min): \_\_\_\_\_
- Baricidad de la Bupivacaína: Isobárica \_\_\_\_\_ Hiperbárica \_\_\_\_\_ Hipobárica \_\_\_\_\_
- Dosis de Bupivacaína (mg): \_\_\_\_\_
- Uso de Adyuvante: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- Dosis de Adyuvante (mcg) \_\_\_\_\_

## DATOS SATISFACCIÓN DEL PACIENTE:

- Escala de dolor de espalda periprocedimiento: Leve \_\_\_\_\_ Moderado \_\_\_\_\_ Severo \_\_\_\_\_  
Insoportable \_\_\_\_\_
- Escala de disconfort periprocedimiento: Leve \_\_\_\_\_ Moderado \_\_\_\_\_ Severo \_\_\_\_\_  
Insoportable \_\_\_\_\_

## DATOS SATISFACCIÓN DEL OPERADOR:

- Calidad de la imagen: Excelente (nítida) \_\_\_\_\_ Regular (borrosa) \_\_\_\_\_ Mala  
(interferencia) \_\_\_\_\_
- Dificultad para el procedimiento: Baja \_\_\_\_\_ Media \_\_\_\_\_ Alta \_\_\_\_\_
- Escala de satisfacción: Satisfecho \_\_\_\_\_ Neutral \_\_\_\_\_ Insatisfecho \_\_\_\_\_

## DATOS DE COMPLICACIONES PERIPROCEDIMIENTO:

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

- Sangre en la aguja de punción: \_\_\_\_\_
- Dolor radicular durante la inserción de la aguja espinal \_\_\_\_\_
- Parestesias durante la inserción de la aguja espinal: \_\_\_\_\_
- Falla de la anestesia subaracnoidea: Nueva punción \_\_\_\_\_ Cambio de técnica \_\_\_\_\_  
Conversión a anestesia general \_\_\_\_\_

**Apéndice E. Presupuesto general del estudio**

<b>Presupuesto general</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Justificación</b>	<b>Financiación Propia</b>	<b>Contrapartida UIS- HUS</b>	<b>Total</b>
Personal	Desglose en la tabla 1	\$13,572,000	\$21,216,000 (UIS)	\$34,788,000
Compra de Equipos	Computador	\$5,000,000	\$0	\$5,000,000
	Ecógrafo	\$0	\$90.000.000 (HUS)	\$90.000.000
Bibliografía	Bases de datos	\$0	\$10,000,000 (UIS)	\$10,000,000
Licencia de Software	Software Stata	\$0	\$1,800,000 (UIS)	\$1,800,000
	Office 365	\$0	\$1,050,000 (UIS)	\$1,050,000
Participación en Eventos Académicos y Publicaciones	Inscripción a Congresos	\$0	\$500,000 (UIS)	\$500,000
	Tiquetes	\$0	\$3,000,000 (UIS)	\$3,000,000
	Gastos de viaje	\$1,500,000	\$3,000,000 (UIS)	\$4,500,000
	Publicación en Revistas	\$500,000	\$0	\$500,000
	Material para Presentación en Congresos	\$500,000	\$0	\$500,000
Papelería	Instrumentos de recolección de datos, consentimientos informados	\$500,000	\$0	\$500,000
	Elaboración de Informe Final	\$500,000	\$0	\$500,000
Evaluación Comité de Ética Médica en	Sesión de comité mensual	\$0	\$1.500,000 (HUS)	\$1.500,000

<b>Presupuesto general</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Justificación</b>	<b>Financiación Propia</b>	<b>Contrapartida UIS- HUS</b>	<b>Total</b>
Investigación y Comité Técnico Científico de Investigación de ESE HUS				
Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI)	Sesión de comité mensual	\$0	\$1.500,000 (UIS)	\$1.500,000
<b>Total</b>		\$22,072,000	\$133,566,000	\$155,638,000

**Apéndice F. Presupuesto específico del personal**

<b>Presupuesto de Personal</b>							
<b>Tipo de personal</b>	<b>Nombres</b>	<b>Apellidos</b>	<b>Cédula</b>	<b>Justificación</b>	<b>Financiado por recursos propios</b>	<b>Monto contrapartida UIS</b>	<b>Total</b>
Investigadora Principal	Eliana Milena	Berdugo Pereira	1.098.75 3.404	Coordinador	\$13,572,000	\$0	\$13,572,000
Directora del Trabajo	María Mónica	Villa	1.098.62 9.812	Asesoría académica	\$0	\$10,608,000	\$10,608,000
Asesor Epidemiológico y Codirector	Héctor Julio	Meléndez Flórez	91.212.9 87	Asesoría metodológica	\$0	\$10,608,000	\$10,608,000
Total				\$13,572,000	\$21,216,000	\$34,788,000	

**Apéndice G. Cronograma de actividades**

<b>Plan de actividades/Mes</b>	<b>1-4</b>	<b>5-8</b>	<b>9-16</b>	<b>17-20</b>	<b>21-24</b>	<b>25-29</b>	<b>30-36</b>
Preparación del protocolo clínico							
Aprobación del Comité de Ética en Investigación Científica UIS (CEINCI)							
Aprobación del Comité Técnico Científico de Investigación y Comité de Ética en Investigación ESE HUS							
Prueba piloto							
Recolección de datos							
Análisis de datos							
Publicación y divulgación de resultados							

## Apéndice H. Producto logrado



Bogotá - COL  
**Octubre**  
 16, 17 y 18 del 2025



La Asociación Latinoamericana de Anestesia Regional LASRA y  
 la Sociedad Colombiana de Anestesiología y Reanimación  
 S.C.A.R.E. Certifican que:

**HECTOR JULIO MLÉNDEZ FLÓREZ**  
**MARIA MONICA VILLA ACUÑA**  
**ELIANA MILENA BERDUGO PEREIRA**

Participaron en el Concurso de Trabajos Libres  
 con el proyecto titulado:

**ÉXITO DEL ABORDAJE ECOGUIADO EN ANESTESIA SUBARACNOIDEA EN  
 POBLACIÓN GERIÁTRICA**

En el marco del XXII CONGRESO LASRA INTERNACIONAL 2025  
 realizado del 16 al 18 de octubre del 2025 en la Ciudad de Bogotá

*Sandra Jaramillo R*

Dra. Sandra Ximena Jaramillo Rincón  
 Directora Científica – Sociedad Colombiana de  
 Anestesiología y reanimación S.C.A.R.E.

servicioalcliente@scare.org.co  
 Contact center Bogotá: +57 (601) 7448100

x @scarecolombia  
 f www.facebook.com/SCAREColombia

@ scarecolombia  
 www.scare.org.co



En alianza con:  
 Centro Avanzado de Simulación  
 Clínica e Innovación Tecnológica

**Apéndice I. Link video ilustrativo**

[Marcación ecográfica para anestesia subaracnoidea](#)