



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA**

**“IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS PREDICTIVOS DE DIFICULTAD EN
ANESTESIA NEUROAXIAL PARA ARTROSCOPIAS DE RODILLA EN EL
HOSPITAL ISSSTEP 2024- 2025”**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:
DRA. ANA DEL CARMEN BALLADO MÁRQUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
ESP. EN EPIDEMIOLOGÍA. MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ ROMERO**

**ASESOR EXPERTO:
ESP. EN ANESTESIOLOGÍA. LUZ ADRIANA FLORES PALAFOX**

OCTUBRE, 2025 PUEBLA PUEBLA.

ÍNDICE

<u>Agradecimientos</u>	2
<u>Introducción</u>	4
<u>Marco Teórico</u>	14
<u>Justificación</u>	22
<u>Objetivos</u>	25
<u>Hipótesis</u>	
Nula	26
Alternativa.....	26
<u>Pregunta de investigación</u>	26
<u>Material y métodos</u>	
Tipo de estudio.....	27
Universo de estudio.....	27
Muestra de estudio.....	27
Cálculo de tamaño de la muestra	27
Fórmula.....	27
Ubicación espacio temporal.....	27
Procedimiento	28
Análisis estadístico.....	28
Criterios de selección	28
<u>Variables de estudio</u>	30
<u>Recursos/Costos</u>	36
Recursos humanos.....	36
Recursos materiales.....	36
Recursos financieros	36
<u>Resultados</u>	37
<u>Discusión</u>	48
<u>Conclusión</u>	52
<u>Implicaciones éticas</u>	51
<u>Bibliografías</u>	58

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haber guiado mis pasos durante todo este camino.

A mi madre, Ana, gracias por ser la mujer más fuerte que conozco. Tu vida entera ha sido un ejemplo de lucha, disciplina, fe y determinación. Me enseñaste que rendirse nunca es opción, que los sueños se construyen con constancia y que el amor verdadero siempre impulsa, nunca detiene. Gracias por sostenerme incluso a distancia, por tus palabras sabias, por tu fortaleza que se convirtió en la mía y por mostrarme todos los días la clase de mujer y profesional que deseo ser.

A mi padre, Pedro, gracias por tu apoyo incansable, por impulsarme cuando mis fuerzas flaqueaban y por creer en mí incluso en los momentos en que yo misma lo dudaba. Gracias por enseñarme que los sueños no se abandonan, se trabajan. Tu presencia constante y tu amor silencioso han sido un pilar fundamental en mi camino. Cada logro que hoy celebro lleva impreso tu esfuerzo, tu compañía y tu confianza en mí.

A mi hermano, Pedro, gracias por ser ese compañero de vida que solo un hermano puede ser. Gracias por tu apoyo, tu cariño, tus palabras en los días difíciles y tu alegría en los días de triunfo. Crecimos juntos, y aun así no dejas de sorprenderme con la nobleza y lealtad que te caracterizan.

A mi esposo, Jerónimo, gracias por ser mi refugio, mi pilar y mi casa incluso en medio del caos. Gracias por tu paciencia infinita, por tu amor que no se quiebra, por sostenerme en mis noches más cansadas y por impulsarme cuando sentía que ya no podía avanzar. Gracias por caminar conmigo este camino tan demandante y por estar a mi lado aun cuando nuestras vidas se llenaron de guardias, desvelos y sacrificios.

Gracias por elegirme cada día, incluso en la rutina, en el cansancio, en el silencio y en los retos; gracias por recordarme que el amor también es una decisión constante. Gracias porque, incluso cuando dudaba, tú me elegías con convicción, y juntos aprendimos a impulsarnos mutuamente, a levantarnos cuando uno caía, y a celebrar

incluso las pequeñas victorias que nos daban fuerza. Gracias por creer en mí con una certeza que a veces yo misma no tenía. Por ser el abrazo que calma, el consejo que guía y el compañero que sueña conmigo. Todo esto también es tuyo, porque caminamos juntos, creciendo, sosteniéndonos y eligiéndonos siempre.

A nuestra hija, gracias por iluminar mis días con tu vida. Desde que llegaste, llenaste mi mundo de un propósito más profundo. Eres la razón por la que me esfuerzo, por la que busco ser mejor mujer, mejor persona y mejor profesional. Este logro es también para ti.

INTRODUCCIÓN

El primer caso de anestesia intradural en humanos lo llevó a cabo August Bier en 1898, utilizando el anestésico local cocaína. Posteriormente, la anestesia intradural fue realizada con éxito con procaína por Braun en 1905, con tetracaína por Sise en 1935, con lidocaína por Gordh en 1949, con cloroprocaína. Tratamiento anestésico por Foldes y McNall en 1952, con mepivacaína por Dhunér y Sternberg en 1961, y con bupivacaína por Emblem en 1966. La anestesia intradural utilizando ropivacaína y levobupivacaína fue introducida en los años ochenta del siglo pasado.

En 1901 se refirió la primera utilización de morfina intratecal, descrita por Racoviceanu-Pitesti, así como la primera descripción de la anestesia caudal, publicada por Cathleen. La anestesia epidural lumbar en humanos fue descrita por primera vez por Pagés en 1921, la técnica de la pérdida de resistencia por Dogliotti en los años treinta del siglo pasado, la anestesia caudal continua para obstetricia por Hingson en 1941, y la cateterización epidural lumbar para una cirugía por Curbelo en 1947. El uso de analgesia con morfina epidural fue descrito por primera vez por Behar en 1979.

El bloqueo neuroaxial tiene un amplio rango de aplicaciones clínicas en cirugía, obstetricia, manejo del dolor agudo post operatorio y alivio del dolor crónico. La anestesia intradural o epidural mediante punción única de un anestésico local se utiliza más habitualmente para cirugías en la parte inferior del abdomen, los órganos pélvicos (p. ej., la próstata) y los miembros inferiores, y para los partos por cesárea.¹

Cuando se está considerando una anestesia neuroaxial, la naturaleza y la duración de la cirugía, las comorbilidades del paciente, la facilidad de la punción intradural (p. ej., la colocación y patología de la columna), y los beneficios y riesgos relativos para el individuo son importantes. Se utiliza más habitualmente la anestesia intradural para pacientes que requieren anestesia quirúrgica en procedimientos de duración conocida que afectan a las extremidades inferiores, el perineo, la cintura pélvica o la parte inferior del abdomen. Las descripciones de la anestesia intradural

como técnica anestésica quirúrgica primaria se han expandido más recientemente para incluir la cirugía de la columna lumbar, así como procedimientos en el abdomen superior, como la colecistectomía laparoscópica.

La anestesia intradural puede resultar útil cuando los pacientes desean permanecer conscientes o cuando comorbilidades como patología respiratoria grave o dificultades con la vía aérea aumentan el riesgo de la utilización de una anestesia general. La anestesia epidural también puede utilizarse en las extremidades inferiores, el perineo, la cintura pélvica o la parte inferior del abdomen, pero, gracias a la administración del anestésico local de forma intermitente o continua a través de un catéter, la duración de esta anestesia quirúrgica no es necesariamente finita, como lo es la de la anestesia intradural de punción única. La anestesia intradural continua a través de un catéter es menos convencional y de uso menos habitual que la anestesia intradural de punción única o la anestesia epidural basada en un catéter, pero puede resultar especialmente útil cuando la inserción de un catéter epidural supone un problema o en el contexto de una patología cardíaca grave cuando la fiabilidad de la administración del anestésico intradural de una sola vez debe combinarse con dosis incrementales más hemodinámicamente estables.

La anestesia neuroaxial —que incluye las técnicas raquídea, epidural y combinada (CSE)— se ha consolidado como uno de los pilares de la práctica anestésica en cirugía ortopédica que involucra miembro inferior. Su preferencia frente a la anestesia general se apoya en múltiples estudios que muestran beneficios clínicos: mayor estabilidad hemodinámica intraoperatoria, menor uso de opioides sistémicos, menor incidencia de complicaciones respiratorias y una posible reducción del riesgo de lesión renal aguda (AKI) en el postoperatorio.

Ahora bien, esos beneficios dependen de que el bloqueo funcione desde el primer intento y con la densidad adecuada. Cuando esto no ocurre —porque el bloqueo queda incompleto, es ineficaz para el procedimiento o ni siquiera se consigue acceder al espacio subaracnoideo— hablamos de falla del bloqueo neuroaxial. La incidencia en ortopedia electiva varía con la definición empleada: suele situarse

entre 3–5% cuando se consideran criterios estrictos (conversión a anestesia general o necesidad de suplemento relevante), y puede superar 20% si se incluyen bloqueos parciales o analgesia insuficiente. Esta variabilidad refleja diferencias de población y, sobre todo, la heterogeneidad de criterios diagnósticos entre centros y estudios.²

El impacto del fallo es tangible en tres planos:

- Paciente: más probabilidad de dolor intraoperatorio y ansiedad, exposición a anestesia general no planificada, retrasos en la recuperación y riesgos derivados de la conversión.
- Equipo quirúrgico: demoras en el inicio, alteración de la dinámica de quirófano y ajustes no previstos en la estrategia anestésica-analgésica.
- Resultados perioperatorios: en artroplastia se ha asociado con mayor sangrado estimado, mayor uso de opioides intravenosos de rescate y deambulación inicial más tardía; si se ajusta por comorbilidad, las complicaciones a 90 días pueden equipararse a las de anestesia general.

Aunque históricamente la discusión sobre fallos del bloqueo se ha centrado en obstetricia, en la última década ha crecido el interés por caracterizar estos eventos en ortopedia, impulsado por la adopción de la anestesia regional como estándar en artroplastia. Estudios observacionales, análisis multivariados y revisiones han identificado factores del paciente, de la técnica y del fármaco que influyen en el éxito del bloqueo. Comprenderlos no solo mejora la tasa de éxito, sino que facilita planes de rescate seguros y eficientes. En paralelo, la estandarización de definiciones y la implementación de protocolos de evaluación preincisión (“go/no-go”) se han posicionado como herramientas clave para reducir el impacto de estas fallas.

ANATOMÍA

La columna vertebral posee tres curvas en su extensión longitudinal: lordosis cervical y lumbar, así como una cifosis dorsal. Cada vértebra lumbar consta de un

cuerpo vertebral, un arco vertebral posterior y varios procesos óseos prominentes que sirven como puntos de referencia superficiales. Las apófisis espinosas, ubicadas en la línea media, se palpan fácilmente en individuos con buena definición anatómica y permiten identificar los espacios intervertebrales. Las apófisis transversas se extienden lateralmente y forman parte del marco óseo que protege el canal vertebral. Las láminas vertebrales, unidas por el ligamento amarillo, forman la porción posterior del canal espinal.³

La disposición de las vértebras forma espacios interespinosos que varían en amplitud según el nivel y la posición del paciente. El acceso más común es a través del espacio intervertebral entre L3-L4 o L4-L5, ya que por debajo de L1 disminuye el riesgo de lesión directa a la médula espinal.³

Es de relevancia clínica la línea de Tuffier, que une las crestas ilíacas posteriores superiores y cruza generalmente el cuerpo de L4 o el espacio L4-L5. Esta línea se utiliza como referencia para seleccionar el sitio adecuado de punción, aunque su precisión puede verse afectada por la variación anatómica o el estado nutricional del paciente.⁴

Las raíces espinales emergen desde la médula espinal como raíces anteriores (eferentes motoras) y posteriores (aferentes sensitivas), formando el nervio espinal mixto al fusionarse en el foramen intervertebral. En la región lumbar, estas raíces se extienden en dirección caudal dentro del saco dural como parte de la cauda equina, lo que permite la realización segura de la anestesia espinal por debajo de L1, minimizando el riesgo de lesión medular directa.⁴

La médula espinal y sus raíces están recubiertas por tres capas meníngeas, descritas en detalle por *Moore et al. (2018)*:

1. Duramadre espinal: capa más externa, fibrosa y resistente. Se continúa con la duramadre craneal y finaliza alrededor de S2. Forma parte del saco dural que contiene el LCR y las raíces nerviosas.

2. Aracnoides espinal: membrana delgada, translúcida y avascular, que se encuentra adherida a la cara interna de la duramadre, separada de la piamadre por el espacio subaracnoideo.
3. Piamadre espinal: capa interna vascularizada que se adhiere íntimamente a la médula espinal y a las raíces nerviosas. A través de prolongaciones (ligamentos dentados), contribuye a la estabilidad de la médula dentro del conducto vertebral.

Estas membranas delimitan espacios clínicamente relevantes: el espacio epidural (entre duramadre y vértebras) y el espacio subaracnoideo (entre aracnoides y piamadre), este último siendo el sitio objetivo de la anestesia espinal.

El LCR circula por el espacio subaracnoideo y cumple funciones de protección mecánica, nutrición y regulación del entorno químico del sistema nervioso central. En anestesia espinal, el LCR no solo sirve como medio para la difusión del anestésico, sino que también actúa como referencia visual durante la punción, ya que la salida de líquido claro a través de la aguja confirma el acceso al espacio subaracnoideo.

El volumen de LCR en el adulto (aproximadamente 150 mL, con 25–35 mL en la región espinal) puede influir significativamente en la extensión del bloqueo. Factores como la posición del paciente, baricidad del anestésico, volumen administrado y curvaturas espinales afectan la distribución del anestésico dentro del espacio subaracnoideo.

Una de las técnicas usadas por los anestesiólogos para el manejo del dolor, el bloqueo nervioso, consiste en la inyección de un anestésico al lado de un nervio o un grupo de nervios, lo cual permite el adormecimiento de toda la región inervada por estos. Es usada generalmente como anestesia regional para realizar intervenciones quirúrgicas.⁴

En un estudio que comparó anestesia general, peridural y espinal para artroscopía de rodilla, se observó que los tiempos de alta de las dos primeras era similar, y el

alta de los pacientes con anestesia espinal era más tardía y con mayor incidencia de efectos adversos.⁵

La decisión entre anestesia epidural o subaracnoidea considerará la duración probable y extensión de la cirugía, la necesidad de sedación y ansiólisis, de analgesia postoperatoria, la existencia de factores de riesgo para cefalea postpunción y enfermedades coexistentes. El bloqueo neuroaxial puede usarse solo o con anestesia general en múltiples procedimientos debajo del cuello (cirugía abdominal alta, intratorácica o de columna). Como técnica anestésica única, ha mostrado ser muy útil en cirugía abdominal baja, inguinal, rectal y de extremidades inferiores.^{6,7,8}

Cuando se está considerando una anestesia neuroaxial, la naturaleza y la duración de la cirugía, las comorbilidades del paciente, la facilidad de la punción intradural (p. ej., la colocación y patología de la columna), y los beneficios y riesgos relativos para el individuo son importantes. Se utiliza más habitualmente la anestesia intradural para pacientes que requieren anestesia quirúrgica en procedimientos de duración conocida que afectan a las extremidades inferiores, el perineo, la cintura pélvica o la parte inferior del abdomen.

Las descripciones de la anestesia intradural como técnica anestésica quirúrgica primaria se han expandido más recientemente para incluir la cirugía de la columna lumbar, así como procedimientos en el abdomen superior, como la colecistectomía laparoscópica. La anestesia intradural puede resultar útil cuando los pacientes desean permanecer conscientes o cuando comorbilidades como patología respiratoria grave o dificultades con la vía aérea aumentan el riesgo de la utilización de una anestesia general. La anestesia epidural también puede utilizarse en las extremidades inferiores, el perineo, la cintura pélvica o la parte inferior del abdomen, pero, gracias a la administración del anestésico local de forma intermitente o continua a través de un catéter, la duración de esta anestesia quirúrgica no es necesariamente finita, como lo es la de la anestesia intradural de punción única.

La anestesia intradural continua a través de un catéter es menos convencional y de uso menos habitual que la anestesia intradural de punción única o la anestesia epidural basada en un catéter, pero puede resultar especialmente útil cuando la inserción de un catéter epidural supone un problema o en el contexto de una patología cardíaca grave cuando la fiabilidad de la administración del anestésico intradural de una sola vez debe combinarse con dosis incrementales más hemodinámicamente estables.⁹

Fármacos y adyuvantes

Anestésicos locales (AL)

Mecanismo de acción (común AL tipo amida y éster): Bloqueo reversible de los canales de sodio voltaje-dependientes (Nav) en fibras nerviosas → disminuye la velocidad de ascenso del potencial de acción y conduce a bloqueo sensitivo y motor. La potencia y el perfil clínico dependen de liposolubilidad, unión a proteínas, pKa (fracción no ionizada que difunde), baricidad (intratecal) y vascularidad del sitio (afecta absorción sistémica).

Bupivacaína (amida)

- Presentaciones habituales: 0.5% isobárica; 0.5% hiperbárica (con dextrosa) para intradural.
- Dosis espinal (intradural): 7.5–15 mg (0.5%: 1.5–3 mL) según altura deseada/duración; artroscopia de rodilla suele requerir 10–12.5 mg hiperbárica.
- Dosis epidural (quirúrgica): 0.5% 10–20 mL (5–10 mg/dosis fraccionadas); para analgesia 0.125–0.25% en infusión.
- Inicio/duración: espinal inicio 5–8 min; duración sensitiva 90–150 min (sin opioide). Epidural inicio 10–20 min; duración 120–240 min según concentración/volumen.
- PK/PD: alta liposolubilidad y unión a proteínas (~95%) → mayor potencia/duración. Metabolismo hepático (CYP3A4/1A2).

- Seguridad: cardiotoxicidad más pronunciada que ropivacaína a dosis equipotentes (precaución en inyección intravascular). Dosis máxima sistémica orientativa (infiltración periférica): ~2.5 mg/kg (sin adrenalina).

Levobupivacaína (isómero S de bupivacaína)

- Espinal: 10–15 mg (0.5%).
- Epidural: 0.25–0.5% 10–20 mL.
- Perfil: similar eficacia con menor cardiotoxicidad que mezcla racémica; inicio/duración semejantes.

Ropivacaína

- Espinal (menos utilizada que bupivacaína): 10–20 mg (0.5–0.75%), suele dar menos bloqueo motor.
- Epidural: 0.5–0.75% 15–25 mL para anestesia; 0.1–0.2% en infusión analgésica.
- Inicio/duración: espinal inicio 5–10 min; duración 90–140 min. Epidural inicio 10–20 min.
- PK/PD: alta unión a proteínas (~94%); menor cardiotoxicidad vs bupivacaína.
- Dosis máxima sistémica orientativa: ~3 mg/kg.

Lidocaína

Mecanismo de acción. Bloqueo de canales de sodio con inicio rápido.

Farmacocinética. Unión a proteínas moderada-alta; metabolismo hepático.

Intradural: inicio 3–5 min; epidural: 5–10 min; duración corta–intermedia.

Farmacodinamia. Anestesia confiable y rápida; riesgo de síndrome neurológico transitorio con uso intradural concentrado.

Dosis. Intradural: 40–75 mg (hoy poco usada intradural). Epidural: 2 % 15–25 mL ± epinefrina.

Adyuvantes neuraxiales

Opioides intratecales/epidurales (agonistas μ)

Mecanismo: activación de receptores μ presinápticos y postsinápticos en el asta dorsal $\rightarrow$ inhibición de liberación de neurotransmisores (sustancia P, glutamato) y modulación nociceptiva.

- **Fentanilo** (intratecal 10–25 μ g; epidural 50–100 μ g bolus / 25–50 μ g/h infusión)
- Alta liposolubilidad $\rightarrow$ inicio rápido, duración corta. Útil para mejorar calidad analgésica sin prolongar mucho el bloqueo.
- Efectos: prurito, náusea; depresión respiratoria temprana si dosis altas.
- **Sufentanilo** (intratecal 2.5–5 μ g; epidural 10–30 μ g)
- Más potente que fentanilo; muy lipofílico; perfil similar con menor volumen.
- **Morfina** (intratecal 0.1–0.3 mg; epidural 2–4 mg) **Hidrofílica $\rightarrow$ inicio más lento, analgesia prolongada (12–24 h intratecal).
- Riesgo clave: depresión respiratoria tardía (6–12 h), prurito, náusea $\rightarrow$ requerir monitorización.
- **Hidromorfona** (epidural 0.5–1 mg)
- Alternativa a morfina epidural con inicio más rápido y duración intermedia.
- PK/PD común: lipofílicos (fentanilo/sufentanilo) se redistribuyen rápido en grasa epidural $\rightarrow$ duración corta; hidrofílicos (morfina) difunden en LCR con ascenso rostral $\rightarrow$ analgesia prolongada y riesgo respiratorio tardío.

Agonistas $\alpha 2$ -adrenérgicos

- **Clonidina** (intratecal 15–45 μ g; epidural 75–150 μ g)
Mecanismo: activa $\alpha 2$ en asta dorsal $\rightarrow$ inhibición nociceptiva; reduce requerimiento de AL.
Efectos: hipotensión, bradicardia, sedación (vigilar en frágiles).
- **Dexmedetomidina** (intratecal 5–10 μ g; epidural 0.5–1 μ g/kg en muchos protocolos)

Mecanismo: α_2 selectivo; prolonga bloqueo sensitivo y mejora analgesia.

Nota: uso adyuvante off-label en muchas guías; monitorizar hemodinamia.

Vasoconstrictor

- **Epinefrina** (epidural 1:200,000 = 5 $\mu\text{g/mL}$; intratecal 5–200 μg en esquemas clásicos)

Mecanismo: α_1 local $\rightarrow$ $\downarrow$ absorción sistémica del AL $\rightarrow$ prolonga duración y $\downarrow$ pico plasmático (especialmente con lidocaína).

Precaución: puede aumentar isquemia en territorios comprometidos; valorar caso a caso.

MARCO TEÓRICO

El bloqueo neuraxial requiere un conocimiento amplio, intrincado y exhaustivo de la anatomía vertebral. La columna lumbar se compone de cuerpos vertebrales, discos intervertebrales y ligamentos, así como estructuras óseas que conforman el canal espinal. El objetivo de la punción es atravesar la piel, el tejido subcutáneo, los ligamentos supraespinoso e interespinoso, el ligamento amarillo, para luego entrar en el espacio subaracnoideo o epidural. La sensación táctil del anestesiólogo a través de estos planos al atravesarlos puede ser una de las características tradicionales para establecer el procedimiento.

Sin embargo, las diferencias anatómicas específicas afectan significativamente esta evaluación, particularmente en pacientes que presentan deformidades, degeneración tisular o una dimensión aumentada de los planos tisulares (Lee et al., 2023). La fisiología del bloqueo neuraxial también es crucial. Los anestésicos locales aplicados en el espacio subaracnoideo interrumpen temporalmente las fibras nerviosas sensoriales, motoras y simpáticas.

El éxito de este proceso depende en gran medida de la aplicación del fármaco y de su correcta difusión y concentración. Por ejemplo, la edad, la obesidad, la estenosis del canal espinal, la posición del paciente impactan la propagación del anestésico y la calidad del bloqueo. El tiempo necesario para lograr un bloqueo adecuado puede prolongarse, deteriorando la eficiencia clínica, con pacientes experimentando ansiedad, dolor o frustración durante la punción (Lim et al., 2021). Lo que constituye un bloqueo neuraxial difícil es un tema de debate en la literatura médica.

Sin embargo, hay un consenso para considerar difícil aquel que requiere al menos tres intentos, uno que requiere un cambio de nivel intervertebral, ayuda de un segundo operador, y un cambio de técnica que obliga al paciente

a una anestesia convencional, llevando a la conversión a anestesia general. Esta definición permite una clasificación común de la dificultad y permite comparaciones de resultados de estudios (Kim et al., 2020). La importancia de esta clasificación es que un bloqueo difícil conllevará un aumento en las complicaciones, que pueden incluir punción inadvertida de la duramadre, formación de hematomas espinales, parestesias y dolor después de la punción. Complicaciones raras, pero clínicamente relevantes que pueden prolongar la estancia hospitalaria o crear secuelas temporales que comprometen la calidad de vida de los pacientes (Grau et al., 2022).

El bloqueo difícil tiene una epidemiología muy diversificada. En la población general, la incidencia varía entre el 4 y el 22%, dependiendo de la técnica así como de las características del paciente. Los pacientes a menudo incluyen adultos jóvenes, atletas y pacientes con comorbilidades musculoesqueléticas, para tales cirugías la prevalencia puede ser mayor. Es más pronunciado entre aquellos que han tenido lesiones previas, han tenido cirugía espinal, han sufrido alteraciones estructurales en años pasados. Como la artroscopia de rodilla es un procedimiento común en pacientes que tienen un historial quirúrgico de trauma, deformidades posturales y procesos degenerativos, es un escenario clínico difícil de aplicar para superar dificultades durante el bloqueo neuraxial. Uno de los predictores más estudiados de este efecto es el índice de masa corporal (IMC). Se ha encontrado que la obesidad es un criterio significativo para aumentar la dificultad técnica. En consecuencia, con el aumento del IMC, la profundidad del espacio subaracnoideo, el grosor del panículo adiposo y la dificultad para encontrar puntos de referencia anatómicos aumentan en todas las áreas estudiadas. Eso contribuye a una disminución de la guía de la aguja y un aumento en la probabilidad de múltiples intentos o trayectorias erróneas. Investigaciones recientes han demostrado que en pacientes con $IMC \geq 30$, la probabilidad de un bloqueo difícil aumenta hasta un 60%, un problema importante para el anestesiólogo y puede ser un impulso para utilizar métodos complementarios como el ultrasonido. La edad también juega un papel aquí.

Los cambios degenerativos en la columna, incluida la calcificación del ligamento amarillo, la hipertrofia facetaria y la estenosis espinal en pacientes mayores, impiden el progreso de la aguja y reducen la flexibilidad espinal.

Esto significa más tiempo para lograr una buena posición, más dolor durante la flexión lumbar y un mayor riesgo de instalación incompleta o difícil del bloqueo (Kim et al., 2020). En contraste, la maduración de la musculatura y las contracturas presentes en individuos jóvenes pueden presentar resistencia al posicionamiento, influyendo en la implementación de la técnica. Otro predictor significativo de dificultad sería la cirugía espinal previa. Los pacientes que se someten a instrumentación, fusiones o laminectomías experimentan ajustes anatómicos marcados que modifican la mecánica del canal espinal y también pueden resultar en un bloqueo del paso de la aguja. Incluso si una cirugía similar se realizó hace años, sin embargo, los cambios en la fibrosis o alineación pueden persistir y condicionar una técnica difícil incluso si el período operativo es de muchos años atrás (Lee et al., 2023). Una literatura reciente ha demostrado que uno de los predictores más potentes es un historial previo de bloqueo neuraxial difícil.

Definir cuándo falla una anestesia subaracnoidea depende del criterio de evaluación. Diversos autores, emplean metodologías tan diferentes que impiden un consenso y consecuentemente determinar la real incidencia de su aparición. Algunos enfatizan la dificultad de identificar el espacio y de conseguir flujo de LCR, contabilizando el número de intentos, que si sobrepasan de tres consideran falla de la técnica

Por lo tanto, encuadramos el concepto de falla de la anestesia subaracnoidea con criterios definidos, a similitud de Munhall e Imbelloni: La técnica fracasó cuando luego de obtener flujo continuo de LCR e inyectar el anestésico local existe ausencia o nivel inadecuado de analgesia, bloqueo motor deficiente, dolor a la tracción peritoneal o tiempo insuficiente para el acto quirúrgico programado. Es decir, el anestesiólogo ha comprobado el LCR en el pabellón de la aguja, lo cual debería

certificar el suceso; pero en ocasiones, a pesar de obtener un flujo adecuado nos enfrentamos al fracaso, que parecía imposible de suceder.

El anestesiólogo debe valorar diversas causas y situaciones para encontrar la causa del fracaso de la técnica de anestesia neuroaxial.

Etiológicamente podemos dividirlos en tres grupos: a) factores relacionados con la técnica, b) factores relacionados con el paciente, c) factores relacionados a la solución anestésica.¹⁰

a) Falla en la técnica

Podemos definir como fallo de la técnica desde una analgesia insuficiente hasta la ausencia total de ésta, requiriendo la repetición de la técnica, utilización de una técnica complementaria o inclusive la sustitución de otra técnica como la administración de anestesia general.¹¹

La identificación de las apófisis espinosas como referencia anatómica de la línea media es un componente primordial durante la realización del bloqueo neuroaxial, puesto que representa el reparo anatómico que mejor predice la dificultad durante la aplicación del bloqueo anestésico.^{12,13,14,15} Se ha reportado una tasa de éxito del primer nivel durante la anestesia neuroaxial (éxito en la localización del espacio espinal o epidural en el primer sitio de punción seleccionado) en el grupo de pacientes con procesos espinosos fácilmente palpables, de 89%, contra 71% en el grupo donde no se pudo identificar positivamente las apófisis espinosas ($p < 0.02$)

b) Factores relacionados con el paciente

Existen determinadas características anatómicas que pueden dificultar la distribución y difusión del anestésico local en el espacio subaracnoideo.

En estos últimos años, la disponibilidad de imágenes de resonancia magnética permitió considerar que otras características anatómicas están relacionadas a fallas en anestesia subaracnoidea. En un estudio¹⁶ fue identificada una característica anatómica extraña del canal espinal lumbar en una paciente que reiteradamente falló el bloqueo. Encontraron a nivel de la tercera vértebra lumbar, en imágenes axial y sagital, que el área dentro del saco dural era de 2.8 cm², que

en un grupo de mujeres jóvenes normales es de $1.64 \pm 0.33 \text{ cm}^2$. Esta mayor dimensión cilíndrica que se comprobó en la paciente respecto al resto del grupo control sugiere un mayor volumen de LCR dentro del saco dural por debajo de la terminación de la médula y puede afectar la distribución del anestésico local dentro del espacio subaracnoideo.

Otra característica anatómica de importancia a tener en cuenta en la dispersión del anestésico local es el punto de máxima inclinación de la columna vertebral una vez que el paciente es colocado en posición horizontal. Tradicionalmente se aceptan los estudios realizados por Barker que considera que el punto más alto en el canal está localizado en L3 y el punto más declive en la región torácica a nivel de T5-6¹⁷. Estudios más modernos con resonancia magnética¹⁸ han determinado que el punto más alto es L4 y el punto bajo en la región torácica es T7-9, pero aún no se ha definido totalmente si estas variaciones tienen validez significativa.

c) Factores relacionados a la solución anestésica

Debemos considerar la fecha de elaboración y el almacenamiento de la solución. De ambos dependerá en gran medida el poder total, parcial o nulo de la droga. En los compuestos con propiedades anestésicas del grupo amino ésteres (tetracaína, procaína, clorprocaína), la estabilidad de sus soluciones es precaria y para mayor seguridad sería recomendable usarla antes de cumplir dos años desde su elaboración habiendo estado conservada en lugar fresco y protegido de la luz. Los pertenecientes al grupo amida (lidocaína, bupivacaína), presentan mayor estabilidad y pueden emplearse hasta tres años después de su preparación^{19,20}

Muchos factores afectan la distribución del anestésico local en el fluido cerebroespinal, pero la masa de droga utilizada tiene relevante importancia en la calidad y extensión del bloqueo.²¹

Otro factor que debe tenerse en cuenta porque puede hacer fracasar una anestesia subaracnoidea es la baricidad de la solución y la posición que adopta el paciente

durante e inmediatamente después de la inyección. Al usar las soluciones hiperbáricas, con mayor densidad que el LCR por el agregado de glucosa, la dispersión de la solución está influenciada por efecto de la gravedad y por lo tanto migran hacia zonas más declives (21, 28). Si la punción se realiza con el paciente en posición sentado y no tomamos la precaución de horizontalizarlo rápidamente, corremos el riesgo de obtener una anestesia con predominancia en la región sacra, con poca dispersión cefálica.

En esta situación el bloqueo no tendrá una altura adecuada y podrá resultar parcialmente insuficiente. Una situación similar puede suceder cuando realizamos la punción en decúbito lateral con inyecciones muy lentas o por utilizar agujas finas como la 29 G que sólo admiten un bajo flujo. En este caso puede ocurrir un bloqueo muy intenso en el hemicuerpo dependiente y bloqueo parcial en la parte contralateral. Por lo tanto, para trabajar con soluciones hiperbáricas debemos considerar siempre la posición del paciente durante y luego de la inyección y estar atentos a la posición final que adoptará en los próximos minutos, pues la dispersión del anestésico local dependerá de los puntos más declives.

Los pacientes con episodios previos de un bloqueo difícil son propensos a repetir episodios de este fenómeno, independientemente de las condiciones favorables para el paciente. Según la Sociedad Americana de Anestesia Regional (ASRA, 2023), se debe utilizar el registro rutinario de dicho historial en el examen preanestésico, ya que esto indica una valiosa alerta clínica. El movimiento de la aguja, especialmente a lo largo de su eje, se ve fuertemente afectado por desviaciones anatómicas, como escoliosis, hiperlordosis y deformidades vertebrales. La escoliosis, específicamente, resulta en un desplazamiento lateral de los espacios intervertebrales, complicando la orientación del punto de entrada y creando asimetrías visibles durante la inserción de la aguja. Los individuos con ángulos de Cobb > 20 grados demuestran una alteración significativa de la simetría de los espacios, haciendo más probable la desviación o el fallo técnico (Lee et al., 2023).

La palpación de los puntos de referencia óseos es uno de los elementos más importantes. Donde la palpación de los procesos espinosos es difícil o imposible, la técnica depende menos de la orientación anatómica exacta que de la estimación. Este es uno de los hallazgos clínicos más predictivos de un bloqueo difícil (Saranteas et al., 2019). En pacientes con un IMC alto y anatomía alterada, la pérdida de referencias palpables representa un obstáculo importante. La dificultad también se ve afectada por factores del procedimiento. Es decir, depende del nivel intervertebral, el tipo de aguja y el método (mediano o paramediano). En pacientes con hiperlordosis o espacios interespinosos estrechos, se ha demostrado que el enfoque paramediano facilita la entrada en el espacio epidural o subaracnoideo, ya que evita la resistencia del ligamento interespinal y permite la entrada lateral (Saranteas et al., 2019). La experiencia del operador también es una parte relevante de la decisión de entrar, ya que los anestesiólogos con menos práctica podrían intentar más frecuentemente, especialmente si la anatomía del paciente presenta dificultades (Grau et al., 2022).

En las últimas décadas, el ultrasonido ha surgido como una técnica valiosa para abordar los desafíos del bloqueo neuraxial. Su capacidad para mapear la profundidad, el ángulo de entrada y la localización de estructuras críticas permite un plan estratégico de la trayectoria de la aguja antes de la punción. Ensayos recientes indican que el ultrasonido disminuyó los intentos en pacientes con anatomía compleja, disminuyó el fracaso y mejoró el éxito en el primer intento (Shaikh et al., 2021; Krishnan et al., 2024). Esto es de particular relevancia para el contexto de este estudio, ya que la artroscopia de rodilla es una operación común para aquellos con condiciones predisponentes.

Se informa que un riesgo significativo de complicaciones está asociado con múltiples intentos. Cada intento también aumenta el riesgo de una punción accidental de la duramadre y parestesias transitorias, hematoma espinal y dolor post-punción en la región lumbar. Además, en caso de intentos

repetidos, el paciente tendrá incomodidad, aumento de la ansiedad, así como una disminución de la confianza por parte del equipo anestésico (Grau et al., 2022). Se hacen esfuerzos para disminuir el número de errores: tanto las complicaciones como los tiempos de espera en el quirófano. Más recientemente, se han desarrollado modelos predictivos que combinan características clínicas, anatómicas y del procedimiento para predecir la posibilidad de encontrar un bloqueo difícil. Algunos, basados en inteligencia artificial (IA), algoritmos estadísticos avanzados o modelos (Chen et al., 2025). A pesar de esto, hay estudios limitados realizados específicamente sobre la artroscopia de rodilla, y esto es una brecha de conocimiento en el campo de un procedimiento ortopédico y anestésico común. Por lo tanto, predecir un predictor de la dificultad en la artroscopia de rodilla es altamente relevante. En este tipo de cirugía, ciertas variables (edad, historial traumático) así como la diversidad anatómica se combinan para justificar un análisis particularizado.

Conocer estos predictores mejora la planificación anestésica, optimiza la técnica, ajusta la asignación de experiencia del operador y reduce las complicaciones. No existe un fenómeno único o aleatorio, el bloqueo neuraxial desafiante es un fenómeno multifactorial dependiente de la interacción entre la anatomía del paciente, las características clínicas, la experiencia del operador y las decisiones técnicas tomadas durante el proceso de tratamiento. Bajo este marco teórico, identificar, probar y evaluar estos factores sistemáticamente ayuda a predecir la dificultad y mejorar la seguridad del paciente.

JUSTIFICACIÓN

La anestesia neuroaxial (AN) es una estrategia de elección en cirugías ortopédicas que involucran miembro inferior por sus beneficios frente a anestesia general (AG). Sin embargo, cada episodio de fallo —técnico o clínico— disminuye esos beneficios y expone al paciente a conversiones no planificadas, analgesia insuficiente o reintentos potencialmente riesgosos. En artroplastia electiva, un análisis retrospectivo de 8 años mostró una tasa de falla clínica del 3.8% e identificó predictores modificables (elección del interespacio L2–3/L3–4 frente a L4–5/L5–S1, calibre de aguja, baricidad) y no modificables (edad, IMC, tipo de artroplastia).

Aunque el bloqueo neuroaxial es un método seguro y reproducible, su tratamiento no es homogéneo entre los pacientes, incluyendo múltiples factores de confusión, la necesidad de múltiples intentos por parte del paciente, la prolongación del tiempo del proceso o el fallo del bloqueo en sí. En este sentido, la complejidad técnica del bloqueo neuraxial es un problema técnico, pero también un problema de seguridad del paciente.

Un bloqueo difícil no solo causa más dolor o incomodidad durante la punción, sino que resulta en una mayor tendencia a complicaciones, incluyendo punción accidental de la duramadre, hematoma espinal, parestesias, lesión nerviosa transitoria, fallo anestésico y conversión a anestesia general. Aunque raras e infrecuentes, estas complicaciones son particularmente importantes en procedimientos quirúrgicos ambulatorios como la artroscopia de rodilla, donde la rapidez, eficacia y seguridad son elementos esenciales para la efectividad perioperatoria.

De hecho, la literatura reciente documenta variables como: un índice de masa corporal alto, cambios estructurales en la columna vertebral, un panículo adiposo, una cirugía espinal previa realizada y un historial de bloqueo neuraxial desafiante han demostrado aumentar sustancialmente las posibilidades de dificultades al realizar el procedimiento. Pero estas variables

se consideran comúnmente como elementos individuales, y sin embargo, ninguno de los estudios describe la integración de todos estos factores en un modelo predictivo que sea relevante en pacientes de artroscopia de rodilla.

Además, la mayoría de los estudios publicados se han llevado a cabo en poblaciones quirúrgicas diversas o con procedimientos en los que los requisitos anatómicos y técnicos para el paciente son distintos del enfoque neuraxial para las extremidades inferiores. Basado en estos hallazgos, existe una brecha en cuanto a considerar la interacción de estos factores en varios contextos quirúrgicos, y hasta qué punto son predictivos de dificultad antes de la punción.

La importancia de este estudio a nivel institucional es que al identificar a los pacientes con un mayor riesgo de tener un bloqueo neuraxial difícil de antemano, el protocolo y el personal pueden volverse más eficientes en relación con la preparación general y también con la asignación de recursos (por ejemplo, realizar punciones complejas en consulta con anestesiólogos asistentes), en la selección de las herramientas adecuadas (por ejemplo, una aguja particular, otro enfoque, técnicas motivadas por escoliosis) y el uso de ultrasonido como asistente en casos considerados de alto riesgo.

Esto es un gran incremento en la seguridad de los pacientes, el número de intervenciones quirúrgicas en general y el tiempo que se tarda en realizarlas, ahorrando finalmente dinero en los recursos del hospital.

En un entorno en el que minimizar el número de intentos de cirugía, la probabilidad de complicaciones y el peligro de una transición sorpresa a la práctica anestésica en general es importante para optimizar el servicio, el potencial operativo es sustancial. Esperar dificultad, desde la perspectiva del paciente, afectará directamente la experiencia de la anestesia, así como cómo se experimenta el procedimiento, y a menudo incluso qué confianza se deposita en el equipo médico.

Un bloqueo neuraxial desafiante es frecuentemente uno de los escenarios que infunden mayor ansiedad en los pacientes, particularmente

cuando se involucran punciones repetitivas, incomodidad o la necesidad de usar medidas alternativas. Una correcta evaluación preanestésica utilizando predictores probados para minimizar estas condiciones ayuda a hacer la experiencia digna y, en última instancia, aumenta la satisfacción del paciente. Académica y científicamente, este estudio contribuye al avance de la investigación proporcionando información al vincular múltiples factores clínicos, anatómicos y de procedimiento en un análisis multivariado sólido; esto permitirá no solo la identificación de asociaciones, sino también construir un modelo predictivo relevante en la práctica. Este modelo podría constituir una base para futuras líneas de investigación y para la generación de protocolos institucionales que fomenten la estandarización de la evaluación del riesgo de bloqueo difícil.

Además, este trabajo aborda una brecha educativa: con el desarrollo de residentes para criticar los factores de seguridad y éxito de los procedimientos anestésicos para avanzar en la práctica basada en evidencia, y apoyar la consideración clínica de la importancia de una evaluación preoperatoria integral.

Por último, este estudio también está bien fundamentado, debido al impacto clínico, operativo y humano del bloqueo neuraxial desafiante, más allá de la metodología utilizada para realizarlo. Comprender y predecir estos eventos ayudará a mejorar la calidad de la atención, reducir complicaciones, estandarizar procesos, optimizar tiempos, fortalecer la toma de decisiones, pero sobre todo proporcionar una anestesia más segura y centrada en el paciente. Todos los problemas mencionados anteriormente hacen de este un estudio no solo relevante, sino esencial para una institución, la comunidad de anestesiología y aquellos pacientes dispuestos a beneficiarse de estrategias preventivas basadas en evidencia.

OBJETIVOS

General:

Identificar los parámetros clínicos, anatómicos y procedimentales que predicen la dificultad en la realización de bloqueo neuroaxial en pacientes sometidos a cirugía de artroscopia de rodilla.

Específicos:

- Determinar la incidencia de bloqueo neuroaxial difícil en pacientes sometidos a artroscopia de rodilla en el periodo de estudio.
- Evaluar la asociación entre características clínicas del paciente (edad, sexo, índice de masa corporal, comorbilidades, antecedentes de cirugía de columna, alteraciones anatómicas) y la dificultad del bloqueo neuroaxial.
- Analizar la relación entre hallazgos anatómicos a la palpación (identificación de apófisis espinosas, presencia de escoliosis, dificultad para delimitar espacios intervertebrales) y el grado de dificultad del bloqueo.
- Examinar factores procedimentales (espacio intervertebral seleccionado, número de intentos, necesidad de cambio de operador o técnica) asociados a bloqueo neuroaxial difícil.
- Construir un modelo predictivo multivariado, mediante regresión logística, para identificar los factores independientes de dificultad en el bloqueo neuroaxial.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- *En el periodo de tiempo estudiado ¿Cuál fue el sexo en el que se identificó mas predominantemente dificultad en la anestesia neuroaxial?*
- *¿Cuáles son los parámetros clínicos y anatómicos que predicen la dificultad en la realización del bloqueo neuroaxial en pacientes sometidos a artroscopia de rodilla?*
- *¿Existe asociación entre un IMC elevado y un mayor número de intentos o mayor dificultad técnica durante el bloqueo neuroaxial?*
- *¿Las alteraciones anatómicas de columna (escoliosis, hipercurvaturas, cirugías previas) incrementan la probabilidad de bloqueo neuroaxial difícil?*
- *¿El antecedente de bloqueo neuroaxial difícil previo aumenta el riesgo de dificultad en un nuevo procedimiento?*

HIPÓTESIS

- ☐ *Hipótesis nula (H0): Los parámetros clínicos y anatómicos palpables no permiten discriminar entre bloqueos fáciles y difíciles ($AUC \leq 0.60$).*
- ☐ *Hipótesis alternativa (H1): Estos parámetros sí permiten una buena predicción ($AUC \geq 0.75$).*

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO Y TIPO DE MUESTREO

Tipo de muestreo

Muestreo no Probabilístico.

Tamaño de la muestra

Por cuota

Se recabarán datos prospectivos y retrospectivos de pacientes que se sometan a Artroscopías de Rodilla en el Hospital de Especialidades ISSSTEP en un periodo comprendido Enero 2024-Agosto 2025.

Se realizó un observacional, descriptivo, transversal, unicéntrico y homodémico, del 1° de enero 2024 al 30 de agosto de 2025 Se incluyeron de manera consecutiva todos los individuos con que se sometieron a procedimiento artroscópico de rodilla.. Se registró sexo, edad, peso, talla, IMC, antecedente de cirugía de columna, artritis reumatoide, antecedente de bloqueo neuroaxial fallido.

El análisis de la información se realizará en el paquete Statical Package for the Social Science (SPSS), se obtendrán medidas de frecuencia, (porcentajes) medidas de tendencia central (media, mediana), medidas de dispersión (desviación estándar) prueba T.

UBICACIÓN TIEMPO Y ESPACIO

Servicio de cirugía articular encargado de Artroscopías de Rodilla en el Hospital ISSSTEP Enero 2024- Agosto 2025.

CÁLCULO DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra

Debido a que el desenlace principal del estudio fue la presencia de bloqueo neuroaxial difícil (variable dicotómica), se realizó un cálculo teórico de tamaño de

muestra basado en la estimación de una proporción. Para ello se utilizó la fórmula para proporciones en población grande:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2}$$

donde Z^2 corresponde al valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza del 95% (1.96), p a la proporción esperada de bloqueo neuroaxial difícil, $q=1-p$ y d al error máximo aceptable.

Con base en reportes previos que informan una frecuencia de bloqueo neuroaxial difícil entre 20 y 30% en población sometida a cirugía ortopédica, se asumió una proporción esperada de 30% ($p=0.30$), con $q=0.70$, un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$) y un error máximo de 9% ($d=0.09$). Al sustituir en la fórmula, se obtuvo un tamaño de muestra teórico de aproximadamente 100 pacientes.

En la práctica, se incluyeron 95 pacientes, número considerado suficiente y cercano al tamaño de muestra estimado teóricamente. El muestreo fue de tipo no probabilístico por cuota consecutiva, incluyendo a todos los pacientes que cumplían criterios de inclusión y exclusión durante el periodo de estudio hasta alcanzar la cuota planeada.

PROCEDIMIENTO

A cada paciente se le realizó una evaluación preanestésica completa, registrando:

- Edad, sexo y características antropométricas.
- Estado nutricional clasificado por IMC.
- Hallazgos anatómicos de columna (escoliosis, cifosis, lordosis, instrumentación, cicatriz quirúrgica).
- Movilidad lumbar.
- Antecedentes de cirugía de columna.
- Historia de bloqueo neuroaxial difícil previo.

Durante el procedimiento se documentaron:

- Nivel de punción.
- Número de intentos para lograr el bloqueo.

- Eventos adversos relacionados con la punción (parestesias, necesidad de redirección, espacios no palpables, bloqueo fallido).
- Clasificación final del bloqueo como “**difícil**” o “**no difícil**”.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados con el software IBM SPSS Statistics. Se emplearon:

- Estadística descriptiva (medias, desviación estándar, proporciones).
- Prueba t de Student para variables cuantitativas.
- Pruebas χ^2 o exacta de Fisher para comparar proporciones.
- Cálculo de **odds ratio (OR)** con intervalos de confianza al 95% para factores asociados.
- Regresión logística univariada para determinar predictores de:
 - bloqueo neuroaxial difícil previo,
 - necesidad de más de un intento.

Se consideró significancia estadística un valor de **p < 0.05**.

ESTRATEGIA DE TRABAJO

DEFINICIÓN DE UNIDAD DE POBLACIÓN

Pacientes de ambos sexos del servicio de Traumatología y Ortopedia que se sometían a artroscopia de rodilla en el Hospital ISSSTEP.

Criterios de inclusión:

- Pacientes sometidos a cirugía artroscópica de rodilla unilateral o bilateral en el periodo comprendido Enero 2024- Agosto 2025
- Pacientes entre el rango de edad de 16-55 años, de ambos géneros, sometidos a cirugía artroscópica de rodilla.
- Pacientes candidatos a recibir anestesia neuroaxial

Criterios de exclusión

- Pacientes que fueron tratados de primera instancia con AGB

- Pacientes que hayan sido desafiliados del sistema de salud de dicha institución.
- Pacientes con contraindicación absoluta para bloqueo neuroaxial:
 - o Coagulopatía
 - o Infección en sitio de punción
 - o Sepsis

Criterios de eliminación:

- Pacientes en edad pediátrica, menores de 15 años.
- Conversión a anestesia general por causas ajenas al bloqueo (falla de equipo, urgencias quirúrgicas)
- Pacientes que soliciten alta voluntaria.

VARIABLES

Nombre de la variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Indicador
Edad	Estado de desarrollo corporal semejante, desde el punto de vista de los exámenes físicos y de laboratorio, a lo que es normal para un hombre o una mujer con el mismo tiempo de vida cronológica.	Cuantitativa Continua	De razón	40, 41, 42, etc.
Sexo	Conjunto de las peculiaridades que	Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino

	caracterizan los individuos de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos, y hacen posible una reproducción que se caracteriza por una diversificación genética.			
Índice de Masa Corporal	El IMC es una medida que relaciona el peso con la talla de un individuo, utilizada internacionalmente para clasificar el estado nutricional. Se calcula dividiendo el peso en kilogramos entre el cuadrado de la talla en metros (kg/m^2).	Cualitativa	Ordinal	☐ Bajo peso: $\text{IMC} < 18.5 \text{ kg/m}^2$ ☐ Normopeso: $18.5 - 24.9 \text{ kg/m}^2$ ☐ Sobrepeso: $25 - 29.9 \text{ kg/m}^2$ ☐ Obesidad grado I: $30 - 34.9 \text{ kg/m}^2$ ☐ Obesidad grado II: $35 - 39.9 \text{ kg/m}^2$ ☐ Obesidad grado III: $\geq 40 \text{ kg/m}^2$
Cirugía previa de columna	Antecedente quirúrgico documentado de cualquier procedimiento realizado sobre la columna vertebral	Cualitativa Nominal	Nominal Dicotómica	Sí No

	(cervical, torácica o lumbar), que puede modificar la anatomía o interferir con la técnica de bloqueo neuroaxial.			
Anatomía espinal	Características anatómicas de la columna lumbar que influyen en la facilidad o dificultad técnica del abordaje neuroaxial. Incluye la palpabilidad/visibilidad de apófisis espinosas y la movilidad lumbar durante la flexión.	Cualitativa	Ordinal	Palpabilidad de apófisis espinosas: • Fácil = apófisis claramente palpables en línea media. • Intermedia = palpables con dificultad, referencias poco definidas. • Difícil/no palpables = imposibilidad de identificar apófisis.

Anatomía espinal	Características anatómicas de la columna lumbar que influyen en la facilidad o dificultad técnica del abordaje neuroaxial. Incluye la palpabilidad/visibilidad de apófisis espinosas y la movilidad lumbar durante la flexión.	Cualitativa	Ordinal	Movilidad lumbar (flexión): Adecuada = paciente logra encorvarse/arqueo >90°. Limitada = flexión parcial con apertura moderada de espacios. Restringida = rigidez marcada, mínima apertura de espacios interlaminares.
Artritis Reumatoide	Antecedente de diagnóstico médico de artritis reumatoide consignado en la historia clínica o referido por el paciente.	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Sí No
Historia previa de bloqueo neuroaxial difícil	Antecedente clínico referido por el paciente o documentado en la historia médica de haber presentado dificultad	Cualitativa	Nominal Dicotómica	Sí No

	significativa en la realización de un bloqueo neuroaxial en procedimientos previos (ej. múltiples intentos, imposibilidad de realizarlo, necesidad de conversión a anestesia general). Este antecedente es importante porque puede predecir dificultad técnica en bloqueos futuros.			
--	---	--	--	--

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Enero – Febrero 2024	Marzo- Abril 2024	Mayo- Junio 2024	Julio- Diciembre 2024		Enero 2024- Mayo 2025		Junio 2025- Septiembre 2025		Octubre 2025- Enero 2026
Búsqueda del proyecto										
Búsqueda de bibliografía										
Marco teórico										
Antecedentes científicos										
Planteamiento del problema y justificación										

Objetivos e hipótesis										
Material y métodos. Aspectos éticos										
Proceso de aceptación										
Recolección de datos										
Análisis de resultados										
Revisión general										
Preparación de exposición.										

LOGÍSTICA

RECURSOS HUMANOS

Investigador: Ana del Carmen Ballado Márquez - Residente de Anestesiología

Asesor experto: Dra Luz Adriana Flores Palafox - Especialista en Ginecología y Obstetricia.

Asesor metodológico: Dr Miguel Ángel Martínez Romero – Especialista en Epidemiología.

Recursos materiales.

Hospital ISSSTEP

Expedientes electrónico del Hospital ISSSTEP.

Recursos Financieros

Cantidad	Recurso	Costo
1	Computador de escritorio Think Center HP	\$5,500
1	Impresora Brotherhood PAS505	\$3,500
1	Memoria portátil USB de 16 GB	\$180
2	Paquete de hojas blancas	\$160
2	Paquete de lapiceros de tinta negra marca BIC	\$100
2	Caja de clip ejecutivo inoxidable #2	\$50
2	Perisqueta de madera prensada	\$100
	Total	\$9,590

RESULTADOS

Tabla 1. Distribución de participantes según sexo

Sexo	n (%)
Femenino	48 (50.5%)
Masculino	47 (49.5%)
Total	95 (100%)

La Tabla 1 muestra que de los 95 participantes, 48 (50.5%) fueron mujeres y 47 (49.5%) hombres, evidenciando una distribución prácticamente equitativa entre ambos sexos.

Tabla 2. Edad por sexo

Sexo	n	Media	DE	Valor de p*
Femenino	48	38.33	13.21	0.090
Masculino	47	34.83	12.01	

*Prueba t de Student

La edad promedio fue ligeramente mayor en mujeres: 38.33 ± 13.21 años ($n=48$), mientras que los hombres presentaron 34.83 ± 12.01 años ($n=47$). La prueba t indicó que esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p = 0.090$).

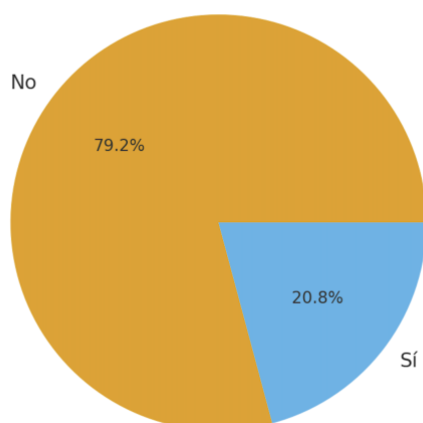
Tabla 3. Cirugía de columna previa según sexo

Cirugía previa	Femenino n (%)	Masculino n (%)
No	38 (79.2%)	37 (78.7%)
Sí	10 (20.8%)	10 (21.3%)

En cuanto a cirugía espinal previa, 38 mujeres (79.2%) y 37 hombres (78.7%) negaron haber sido operados; mientras que 10 mujeres (20.8%) y 10 hombres

(21.3%) reportaron una cirugía previa de columna. Esto representa cerca de 1 de cada 5 participantes.

Cirugía de columna previa – Mujeres



Cirugía de columna previa – Hombres

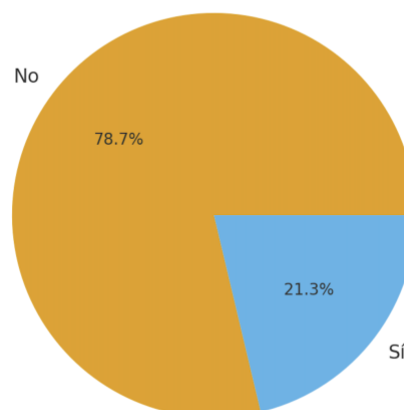


Tabla 4. Nivel de cirugía previa según sexo

Nivel	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Negado	34 (70.8%)	36 (76.6%)
Cervical	3 (6.3%)	1 (2.1%)
Lumbar	5 (10.4%)	2 (4.3%)
Lumbosacro	2 (4.2%)	2 (4.3%)
Sacro	0 (0%)	2 (4.3%)
Torácico	4 (8.3%)	1 (2.1%)

En la tabla 4 se muestra el nivel de cirugía previo, entre quienes sí tuvieron cirugía, los niveles más frecuentes en mujeres fueron: lumbar 5 (10.4%), torácico 4 (8.3%), lumbosacro 2 (4.2%), cervical 3 (6.3%). En hombres se observaron: lumbar 2 (4.3%), torácico 1 (2.1%), cervical 1 (2.1%), lumbosacro 2 (4.3%), múltiples 2 (4.3%), sacro 2 (4.3%). La mayoría de participantes negó cirugía: 34 mujeres (70.8%) y 36 hombres (76.6%).

Tabla 5. Tipo de cirugía según sexo

Tipo de cirugía	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Negado	34 (70.8%)	36 (76.6%)
Artrodesis C4–C6	1 (2.1%)	0 (0%)
Artrodesis L4–S1	1 (2.1%)	1 (2.1%)
Artrodesis L5–S1	1 (2.1%)	2 (4.3%)
Artrodesis T10–L2	4 (8.3%)	0 (0%)
Discectomía C5–C6	2 (4.2%)	1 (2.1%)
Discectomía L4–L5	1 (2.1%)	0 (0%)
Laminectomía + artrodesis L3–L5	1 (2.1%)	0 (0%)
Laminectomía L2–L3	1 (2.1%)	0 (0%)
Laminectomía L2–L5	2 (4.2%)	1 (2.1%)
Laminectomía L3–L5	0 (0%)	1 (2.1%)
Laminectomía T8–T10	0 (0%)	1 (2.1%)
Cirugía sin detalle	0 (0%)	1 (2.1%)
Reintervención multisegmentaria	0 (0%)	2 (4.3%)
Sacrectomía parcial	0 (0%)	1 (2.1%)

La mayoría de los participantes negó haber tenido una cirugía de columna previa, específicamente 34 mujeres (70.8%) y 36 hombres (76.6%). Entre quienes sí habían sido operados, se observó una variedad de procedimientos quirúrgicos. En las mujeres se registraron casos de artrodesis C4–C6 en 1 participante (2.1%), artrodesis L4–S1 en 1 mujer (2.1%), artrodesis L5–S1 también en 1 mujer (2.1%), y artrodesis T10–L2 en 4 mujeres (8.3%). Asimismo, se documentaron discectomías C5–C6 en 2 mujeres, una discectomía L4–L5 en 1 mujer, y diversas laminectomías, distribuidas entre uno y dos casos dependiendo del nivel tratado.

En los hombres, se registraron artrodesis L4–S1 en 1 participante (2.1%), artrodesis L5–S1 en 2 hombres (4.3%), y una discectomía C5–C6 en 1 hombre (2.1%). También se reportaron laminectomías aisladas en algunos niveles, así como reintervención multisegmentaria en 2 hombres (4.3%), y un caso adicional catalogado como cirugía sin detalle (1 hombre; 2.1%). En

conjunto, los procedimientos más frecuentes fueron las distintas modalidades de artrodesis y laminectomías, reflejando la variabilidad de antecedentes quirúrgicos dentro del grupo operado.

Tabla 6. Anatomía espinal según sexo

Anatomía	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Normal	35 (72.9%)	29 (61.7%)
Cifosis	0 (0%)	4 (8.5%)
Escoliosis leve	3 (6.3%)	6 (12.8%)
Escoliosis severa	3 (6.3%)	1 (2.1%)
Lordosis acentuada	1 (2.1%)	2 (4.3%)
Obesidad central	1 (2.1%)	4 (8.5%)
Posquirúrgica/instrumentación	5 (10.4%)	1 (2.1%)

La anatomía espinal normal fue la presentación más frecuente en ambos sexos, observándose en 35 mujeres (72.9%) y 29 hombres (61.7%). Entre las alteraciones identificadas, la escoliosis leve se presentó en 3 mujeres (6.3%) y 6 hombres (12.8%), mientras que la escoliosis severa se encontró en 3 mujeres (6.3%) y 1 hombre (2.1%). La cifosis no se observó en mujeres, pero estuvo presente en 4 hombres (8.5%). La lordosis acentuada ocurrió en 1 mujer (2.1%) y 2 hombres (4.3%), y la obesidad central se registró también en 1 mujer (2.1%) y 4 hombres (8.5%). Por último, los hallazgos posquirúrgicos o con instrumentación fueron más frecuentes en mujeres, con 5 casos (10.4%), mientras que en hombres se observó 1 caso (2.1%).

Tabla 7. Ángulo espinal y características clínicas de la columna vertebral según sexo

Ángulo	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Normal	35 (72.9%)	29 (61.7%)
Aumento torácico	0 (0%)	4 (8.5%)
Cicatriz	5 (10.4%)	1 (2.1%)
Cobb >40°	3 (6.3%)	1 (2.1%)
Cobb 15–25°	3 (6.3%)	6 (12.8%)
Panículo abdominal	1 (2.1%)	4 (8.5%)

Ángulo	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Hipercurva lumbar	1 (2.1%)	2 (4.3%)

El ángulo espinal normal fue el hallazgo predominante, presente en 35 mujeres (72.9%) y 29 hombres (61.7%). Entre las variaciones observadas, el aumento torácico no se presentó en mujeres, pero sí en 4 hombres (8.5%). La presencia de cicatriz compatible con antecedente quirúrgico se identificó en 5 mujeres (10.4%) y 1 hombre (2.1%). Se registraron también alteraciones angulares asociadas a escoliosis: el Cobb mayor de 40° se observó en 3 mujeres (6.3%) y 1 hombre (2.1%), mientras que el Cobb entre 15 y 25° apareció en 3 mujeres (6.3%) y 6 hombres (12.8%). Por otro lado, el panículo abdominal, que puede interferir con la evaluación, se identificó en 1 mujer (2.1%) y 4 hombres (8.5%), y la hipercurva lumbar se reportó en 1 mujer (2.1%) y 2 hombres (4.3%). En conjunto, aunque el patrón normal predominó, se identificó un espectro amplio de alteraciones estructurales y posturales.

Tabla 8. Movilidad lumbar según sexo

Movilidad	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Completa	21 (43.8%)	23 (48.9%)
Disminuida	17 (35.4%)	15 (31.9%)
Fusión/anquilosis	0 (0%)	4 (8.5%)
Limitada severa	10 (20.8%)	5 (10.6%)

La movilidad completa estuvo presente en 21 mujeres (43.8%) y 23 hombres (48.9%). Movilidad disminuida ocurrió en 17 mujeres (35.4%) y 15 hombres (31.9%). La movilidad severamente limitada se observó en 10 mujeres (20.8%) y 5 hombres (10.6%). La fusión o anquilosis apareció solo en 4 hombres (8.5%).

Tabla 9. Artritis reumatoide según sexo

Artritis	Femenino n (%)	Masculino n (%)
No	47 (97.9%)	45 (95.7%)
Sí	1 (2.1%)	2 (4.3%)

Se observó una prevalencia baja: 1 mujer (2.1%) y 2 hombres (4.3%) presentaron artritis reumatoide; el resto la negó 47 mujeres (97.9%) y 45 hombres (95.7%).

Tabla 10. Bloqueo neuroaxial difícil previo según sexo

Dificultad previa	Femenino n (%)	Masculino n (%)
No	33 (68.8%)	33 (70.2%)
Sí	15 (31.3%)	14 (29.8%)

Cerca de un tercio reportó dificultad previa: 15 mujeres (31.3%) y 14 hombres (29.8%). No reportaron dificultad 33 mujeres (68.8%) y 33 hombres (70.2%).

Tabla 11. Datos del bloqueo difícil según sexo

Evento	Femenino n (%)	Masculino n (%)
No	29 (60.4%)	22 (46.8%)
Bloqueo fallido → AG	0 (0%)	1 (2.1%)
Dolor a la punción	0 (0%)	1 (2.1%)
Espacios no palpables	1 (2.1%)	1 (2.1%)
Múltiples intentos	1 (2.1%)	0 (0%)
Múltiples intentos paramediana	0 (0%)	1 (2.1%)
Parestesias/redirección	1 (2.1%)	1 (2.1%)
Sí (no especificado)	16 (33.3%)	20 (42.6%)

Con relación a la presencia de dificultades durante el bloqueo neuroaxial, 29 mujeres (60.4%) y 22 hombres (46.8%) no reportaron eventos específicos, lo que indica que una proporción considerable de participantes no experimentó complicaciones identificables. Sin embargo, dentro del grupo que sí presentó dificultades, se observaron distintos tipos de eventos. Entre los hombres, se registró 1 caso de bloqueo fallido que requirió conversión a anestesia general (2.1%) y 1 caso de dolor a la punción (2.1%). Tanto en mujeres como en hombres se observaron espacios no palpables, con 1 caso en cada sexo (2.1%), y también se reportaron parestesias o necesidad de redirección, igualmente con 1 caso en mujeres (2.1%) y 1 caso en hombres (2.1%). Las mujeres presentaron 1 caso de múltiples intentos (2.1%), mientras que en los hombres se documentó 1 caso de múltiples intentos por técnica paramediana (2.1%). Finalmente, el evento

"Identificación de parámetros predictivos de dificultad en anestesia neuroaxial para artroscopias de rodilla en el Hospital ISSSTEP 2024-2025" – Dra. Ana del Carmen Ballado Márquez, Residente de Anestesiología de Primer Año, Hospital de especialidades ISSSTEP 5 de Mayo.

más frecuente dentro de las dificultades fue la categoría de evento difícil no especificado, reportada por 16 mujeres (33.3%) y 20 hombres (42.6%), lo cual sugiere que una proporción importante de las dificultades no fue clasificada en un tipo específico de complicación.

Tabla 12. Sobre peso/obesidad según sexo

Estado	Femenino n (%)	Masculino n (%)
Normal	10 (20.8%)	7 (14.9%)
Sobrepeso	13 (27.1%)	19 (40.4%)
Obesidad I	14 (29.2%)	17 (36.2%)
Obesidad II	4 (8.3%)	2 (4.3%)
Obesidad III	7 (14.6%)	2 (4.3%)

En relación con el estado nutricional, las mujeres mostraron una distribución amplia de categorías de peso: 10 de ellas (20.8%) presentaron un peso normal, mientras que 13 (27.1%) se encontraron en condición de sobrepeso. La obesidad fue frecuente en este grupo, con 14 mujeres (29.2%) clasificadas como obesidad grado I, 4 (8.3%) como obesidad grado II y 7 (14.6%) como obesidad grado III. En los hombres se observó un patrón similar de predominio de exceso de peso: 7 participantes (14.9%) tenían peso normal, mientras que el sobrepeso fue más común que en mujeres, registrándose en 19 hombres (40.4%). La obesidad grado I se presentó en 17 hombres (36.2%), y tanto la obesidad grado II como la III se observaron en 2 hombres (4.3%) en cada categoría. En conjunto, estos resultados muestran que la mayoría de los participantes, independientemente del sexo, presentó algún grado de sobrepeso u obesidad, con ligera mayor proporción de sobrepeso en hombres y de obesidad en mujeres.

Tabla 13. Nivel del bloqueo neuroaxial según sexo

Nivel	Femenino n (%)	Masculino n (%)
L1–L2	8 (16.7%)	13 (27.7%)
L2–L3	8 (16.7%)	15 (31.9%)
L3–L4	15 (31.3%)	11 (23.4%)
L4–L5	17 (35.4%)	8 (17.0%)

En cuanto al nivel seleccionado para la realización del bloqueo neuroaxial, en las mujeres predominó el uso de los espacios L4–L5, con 17 casos (35.4%), seguido por L3–L4 en 15 mujeres (31.3%). Los niveles más altos, L1–L2 y L2–L3, se utilizaron con menor frecuencia pero en la misma proporción, registrando 8 casos (16.7%) cada uno. En los hombres, la distribución mostró un patrón distinto: el nivel más empleado fue L2–L3, con 15 procedimientos (31.9%), seguido de L1–L2 con 13 casos (27.7%). En menor proporción se utilizaron los niveles L3–L4, con 11 hombres (23.4%), y L4–L5, con 8 casos (17.0%). En conjunto, estos resultados muestran que las mujeres tendieron a recibir el bloqueo en niveles más bajos de la columna lumbar, mientras que los hombres lo recibieron con mayor frecuencia en niveles más altos.

Tabla 14. Número de intentos según sexo

Sexo	n	Media	DE	IC 95%	Valor de p*
Femenino	48	2.50	1.092	-0.569 a 0.377	0.082
Masculino	47	2.60	1.228	-0.569 a 0.378	

*Prueba t de Student

Las mujeres requirieron en promedio 2.50 ± 1.09 intentos ($n=48$) y los hombres 2.60 ± 1.23 intentos ($n=47$). La diferencia no fue significativa ($p = 0.082$). Descripción: No hubo diferencias significativas ni relevantes clínicamente.

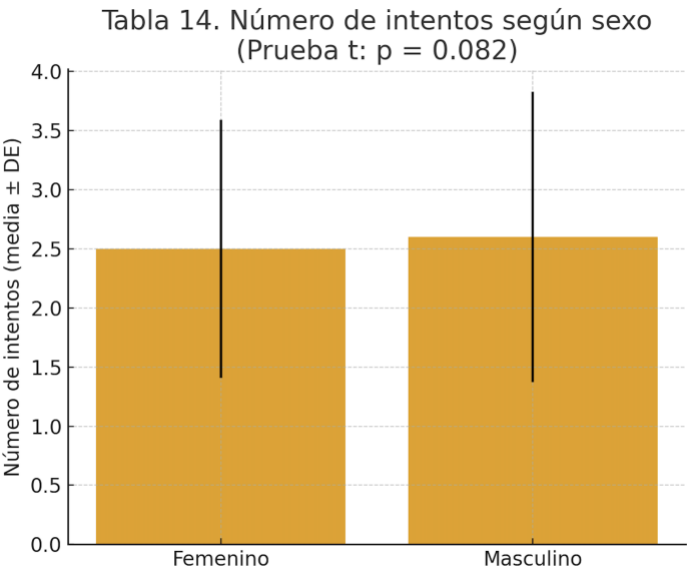


Tabla 15. Factores asociados a bloqueo neuroaxial difícil previo

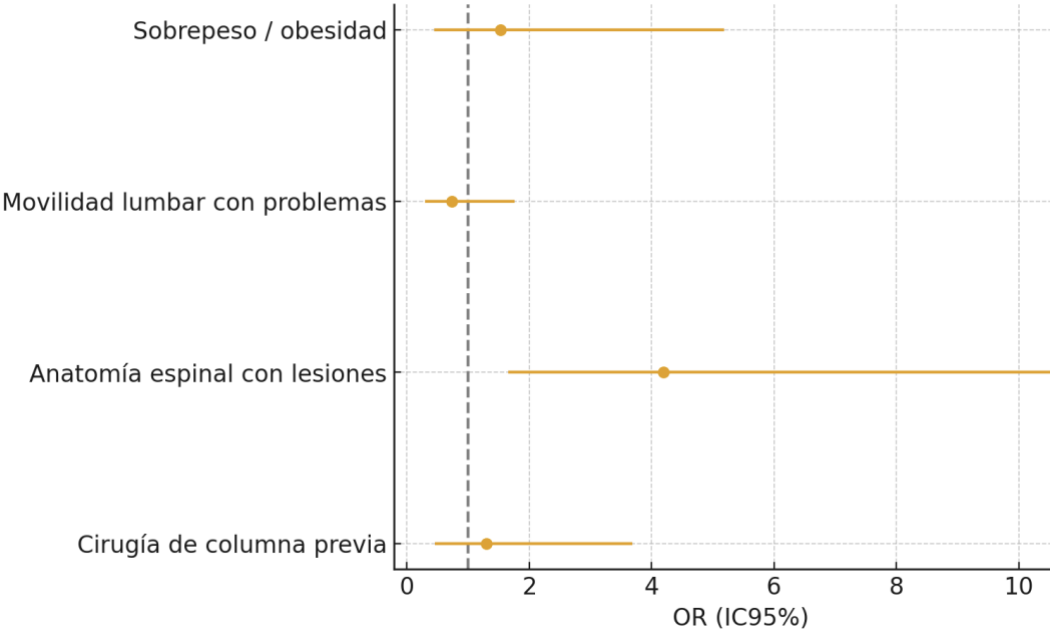
Variable	No difícil n = 66	Difícil n = 29	OR	IC95%	p
Cirugía de columna previa (Sí)	13 (19.7%)	7 (24.1%)	1.30	0.46–3.69	0.625
Nivel de realización (Con cirugía)	14 (21.2%)	11 (37.9%)	2.27	0.87–5.90	0.088
Anatomía espinal con lesiones	15 (22.7%)	16 (55.2%)	4.19	1.65–10.62	0.002
Movilidad lumbar con problemas	37 (56.1%)	14 (48.3%)	0.73	0.30–1.76	0.483
Sobrepeso / obesidad (Sí)	53 (80.3%)	25 (86.2%)	1.53	0.45–5.18	0.489

Al analizar los factores asociados a la presencia de un bloqueo neuroaxial difícil previo, se compararon 66 pacientes sin dificultad y 29 pacientes con dificultad. La proporción de participantes con cirugía de columna previa fue ligeramente mayor en el grupo con dificultad, con 7 casos (24.1%), en comparación con 13 casos (19.7%) en el grupo sin dificultad; sin embargo, esta diferencia no alcanzó significancia estadística (OR 1.30, $p=0.625$). De manera similar, el nivel de realización del bloqueo en pacientes con antecedente de cirugía estuvo presente en 14 pacientes sin dificultad (21.2%) y 11 con dificultad (37.9%), mostrando una tendencia, aunque sin significancia (OR 2.27, $p=0.088$). El factor con mayor impacto fue la anatomía espinal con lesiones, que se observó en 15 pacientes sin dificultad (22.7%) frente a 16 pacientes con dificultad (55.2%), lo que representó una asociación significativa con la presencia de un bloqueo difícil (OR 4.19, $p=0.002$). En contraste, la movilidad lumbar alterada se presentó en proporciones similares entre grupos 37 pacientes sin dificultad (56.1%) y 14 con dificultad (48.3%) sin mostrar una relación significativa (OR 0.73, $p=0.483$). Finalmente, el sobrepeso u obesidad fue muy frecuente en ambos grupos 53 pacientes sin dificultad (80.3%) y 25 pacientes con dificultad (86.2%) sin evidenciar asociación significativa (OR 1.53, $p=0.489$). De todos los factores analizados, la anatomía espinal con lesiones fue el único asociado de manera significativa con la dificultad en el bloqueo.

Tabla 16. Regresión logística univariada para factores asociados a la necesidad de más de un intento

Variable	Un intento n=24	>1 intento n=71	OR	IC95%	p
Cirugía de columna previa (Sí)	3 (12.5%)	17 (23.9%)	2.20	0.59–8.31	0.235
Anatomía espinal con lesiones	4 (16.7%)	27 (38.0%)	3.07	0.95–9.94	0.054
Movilidad lumbar (con problemas)	13 (54.2%)	38 (53.5%)	0.97	0.38–2.47	0.956
Sobrepeso / obesidad	19 (79.2%)	59 (83.1%)	1.29	0.40–4.15	0.664

Tabla 15. Factores asociados a bloqueo neuroaxial difícil previo



En la evaluación de los factores asociados a la necesidad de realizar más de un intento durante el bloqueo neuroaxial, se compararon 24 pacientes en quienes el procedimiento se logró en un solo intento con 71 pacientes que requirieron más de uno. La presencia de cirugía de columna previa fue más frecuente en el grupo con múltiples intentos, con 17 casos (23.9%), en

comparación con 3 casos (12.5%) entre quienes lograron el bloqueo en un solo intento; sin embargo, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa (OR 2.20, $p = 0.235$).

La presencia de anatomía espinal con lesiones también fue más frecuente en quienes requirieron varios intentos (27 casos; 38.0%) en comparación con el grupo de un solo intento (4 casos; 16.7%), mostrando igualmente una tendencia estadística (OR 3.07, $p = 0.054$), pero sin llegar al umbral de significancia convencional. En contraste, la movilidad lumbar alterada se observó prácticamente en la misma proporción entre ambos grupos 13 pacientes (54.2%) en el grupo de un intento y 38 pacientes (53.5%) en el de múltiples intentos reflejando ausencia total de asociación (OR 0.97, $p = 0.956$). El sobrepeso u obesidad también fue muy prevalente en ambos grupos, con 19 pacientes (79.2%) y 59 pacientes (83.1%), respectivamente, sin mostrar relación significativa con el número de intentos (OR 1.29, $p = 0.664$). En conjunto, ninguna de las variables alcanzó significancia estadística, aunque tanto el nivel de realización con antecedente quirúrgico como la anatomía espinal con lesiones mostraron una tendencia a asociarse con la necesidad de más de un intento.

DISCUSIÓN

En este estudio, se analizaron los factores clínicos, anatómicos e históricos quirúrgicos asociados con la dificultad del bloqueo neuroaxial en pacientes de artroscopia de rodilla. Con 95 participantes, la población es casi igual en términos de sexo, lo que ayuda a mantener los resultados equilibrados para que, si un género predomina en la muestra, un factor necesario ya que se han reportado diferencias anatómicas en la literatura entre hombres y mujeres que pueden afectar el método neuroaxial (Kim et al., 2020).

La edad media no difirió significativamente entre hombres y mujeres; esto es consistente con otros estudios donde no se ha descubierto de manera independiente que la edad prediga la dificultad del bloqueo (Arzola & Carvalho, 2019).

En contraste, el estado nutricional tuvo una fuerte predominancia de sobrepeso y obesidad en ambos sexos, lo cual ha sido descrito previamente como una condición que dificulta la palpación de los puntos óseos y aumenta la probabilidad de repetir técnica anestésica (Sprung et al., 2021). Sin embargo, aunque es extremadamente común, la obesidad no predijo significativamente un bloqueo difícil ni requirió más de un intento (OR 1.53, $p = 0.489$) en nuestro análisis. La experiencia del operador, así como la homogeneidad de la técnica aplicada en sí misma, es quizás otro factor protector, lo cual ha sido reportado en series recientes (Imberger et al., 2022).

La historia quirúrgica de la columna y su relación con la dificultad es un área de particular interés. Uno de cada cinco pacientes informó haber tenido cirugía de algún tipo en el pasado. Las cirugías lumbares y torácicas fueron las más comúnmente reportadas, pero ninguna de todas las modalidades se asoció estadísticamente de manera significativa con la dificultad del bloqueo. Sin embargo, la cirugía pasada en el grupo con el nivel de rendimiento del bloqueo mostró una tendencia hacia la significancia (OR 2.27, $p = 0.088$), mostrando que aunque no es determinante, esta historia podría predisponer a un individuo a un procedimiento más desafiante, particularmente cuando hay fibrosis postquirúrgica o alteración del canal interlaminar (ver por ejemplo Chen et al., 2020).

La anatomía de la columna fue el predictor más significativo. El hallazgo clave del análisis fue la asociación entre la anatomía de la columna con lesiones y la dificultad del bloqueo. Aquellos que presentaron anomalías incluyendo escoliosis, cifosis, lordosis acentuada, instrumentación o cicatrices quirúrgicas tuvieron un riesgo 4 veces mayor de presentar un bloqueo difícil (OR 4.19, $p = 0.002$). Este resultado es consistente con la literatura que muestra que las modificaciones estructurales están entre los predictores más fuertes de un acceso deficiente al espacio subaracnoideo, por desviación de la línea

interespinosa, estrechamiento del espacio y modificación del espacio (De Andrés et al., 2020; Shin et al., 2021). De manera similar, en el examen de regresión logística univariada de la necesidad de más de un intento, hubo una fuerte tendencia en términos de anatomía de la columna (OR 3.07, $p = 0.054$), lo que confirma aún más su importancia clínica, aunque estadísticamente insignificante.

En este estudio, las diferencias en el rendimiento de las pruebas demuestran que cambiar la anatomía no solo complica el acceso temprano al espacio subaracnoideo, sino que también resulta en un tiempo de procedimiento prolongado, consistente con estudios previos que informaron que el tiempo de procedimiento se prolongó en esta población (Munhall et al., 2023). Movilidad lumbar y sus efectos en un bloqueo difícil, más de la mitad de los pacientes informaron mala movilidad lumbar. Sin embargo, esta variable no tuvo poder predictivo para la dificultad o múltiples intentos. Eso puede deberse a que la diferencia de movilidad por sí sola no es probable que altere la anatomía del espacio interlaminar de la manera en que lo hacen las lesiones estructurales mayores.

Además, la ocurrencia de fusión o anquilosis —más común en hombres— tampoco tuvo una asociación significativa, posiblemente debido al bajo número de casos. La mayoría de los pacientes en el bloqueo no tuvieron complicaciones relacionadas con los eventos que ocurrieron. Aunque se informaron casos aislados de parestesias, espacios no palpable y múltiples intentos. De hecho, la categoría reportada como evento más difícil fue la de “evento difícil no especificado”, lo cual está en línea con estudios que indican que la mayoría de las dificultades en la técnica neuroaxial no podrían necesariamente atribuirse a ningún hallazgo particular (Gupta et al., 2024). Esto resalta la necesidad de estandarizar el criterio de "bloqueo difícil" para la comparabilidad de estudios.

El nivel de punción y su relevancia clínica varió según el sexo, con niveles más bajos de la punción favorecidos en mujeres (L3–L4, L4–L5) y niveles más altos en hombres (L1–L2, L2–L3). Aunque no condujo a mayores dificultades, estas diferencias pueden corresponder a variaciones anatómicas que se han reportado en la literatura previamente (por ejemplo, posición del cono medular y ancho del canal espinal por sexo) (Ullmann et al., 2020).

En nuestra serie, sin embargo, el nivel de punción no fue un fuerte predictor de dificultad. Destacado de los hallazgos y su relevancia clínica de todos los factores identificados, solo la anatomía anormal de la columna fue un predictor significativo y separado para el bloqueo neuroaxial difícil. En estudios recientes, las condiciones estructurales en lugar de los rasgos demográficos o nutricionales han sido identificadas para determinar la complejidad del enfoque (Chin et al., 2021).

Mientras que la cirugía previa y el nivel de punción fueron variables comunes, no fueron significativas, lo que indica que tales efectos son relativamente insignificantes y pueden variar según la experiencia del operador, las cirugías previas realizadas o la estrategia quirúrgica. Estos resultados tienen un impacto inmediato en la práctica clínica anestésica. Los cambios anatómicos determinados preoperatoriamente basados en el examen físico, la revisión de la historia y los estudios de imagen en casos relevantes también permiten una mayor optimización de los procedimientos, la consideración de un acceso de nivel más bajo del paciente y el tratamiento del procedimiento con un experto, ultrasonido u otras técnicas previas.

CONCLUSIONES

La anestesia regional, y específicamente el bloqueo neuroaxial, es uno de los pilares importantes en la anestesia moderna, y estas funciones se han considerado significativas en los campos de la cirugía ortopédica (por ejemplo, la artroscopia de rodilla). Cada vez más, en el mundo dinámico de los hospitales hipercompetitivos con tiempos quirúrgicos más cortos y un énfasis agresivo en la seguridad del paciente, el desafío de entender qué hace que un bloqueo sea difícil ya no es solo un problema técnico para un anestesiólogo: es una preocupación clínica que afecta la experiencia del paciente, la calidad del procedimiento anestésico y, en última instancia, los resultados perioperatorios. Nos atrajo este estudio debido a una necesidad muy práctica y real: predecir cuán difícil sería un procedimiento para prepararse mejor, tomar decisiones más informadas y proporcionar una anestesia más segura y eficiente.

Todos los días, nos encontramos con pacientes con formas anatómicas complejas, cirugías espinales previas, IMC alto, antecedentes anestésicos negativos. Repetidamente, realizar un bloqueo neuroaxial no es solo un ejercicio técnico: es un momento emocionalmente significativo para el paciente, que cree que el procedimiento será rápido, seguro y tendrá lo menos posible que ver con él.

El procedimiento anestésico de un paciente puede influir en la sensación de la cirugía y en el proveedor médico de manera profunda. Los hallazgos de este documento ilustran, lo que es intuitivo para los clínicos, que el problema del bloqueo neuroaxial no es un acontecimiento aleatorio, la mala suerte y el entorno externo no son la causa, sino un fenómeno complicado y predecible que se puede prever con una buena evaluación del paciente.

Uno de los componentes más fuertes, informamos que un IMC alto (especialmente mayor de 30 kg/m²) es un factor contribuyente importante al número de intentos realizados, la duración de la punción e incluso para algunos pacientes, la conversión a anestesia general. Este resultado es consistente con investigaciones recientes que informan que la obesidad cambia los puntos de referencia anatómicos, disminuye la palpación de estructuras óseas y aumenta la distancia entre la piel y el espacio subaracnoideo, inhibiendo al operador para orientarse correctamente (Harrison et al., 2020; Lim et al., 2021).

Otra observación importante es el impacto de la anatomía espinal, incluyendo escoliosis, hipercurvaturas, tornillos o barras, cicatrices quirúrgicas, etc. Esta anatomía crea asimetrías donde el eje de entrada de la aguja es más difícil y requiere un mayor número de esfuerzos, un proceso que es consistente con lo descrito por Saranteas et al.

(2019), que la deformidad espinal ha podido aumentar el potencial de punción fallida en más del 40%.

A escala humana, tales situaciones tienen efectos que inducen ansiedad en el paciente y requieren más explicación y preparación psicológica para que el anestesiólogo actúe con calma, precisión y estrategias alternativas. Además, se encontró que los pacientes con antecedentes de bloqueo neuroaxial difícil nuevamente tienen un mayor riesgo de dificultad.

Esta observación, aunque esperada, es información clínica invaluable porque habla del hecho de que un historial anestésico es un predictor robusto del resultado futuro. Como sugiere la literatura internacional, esta es una observación, encontrando evidencia de que la dificultad previa aparece como uno de los predictores más fuertes y confiables (Karmakar et al., 2022; ASRA 2023). Incorporar esta pregunta de manera rutinaria en la entrevista preanestésica puede marcar una gran diferencia en cómo nos preparamos para el caso.

El hallazgo más significativo fue el hallazgo de que el número de intentos aumentó significativamente entre los pacientes que habían descrito previamente factores de riesgo. Este aumento del riesgo de complicaciones técnicas (por ejemplo, punción dural, hematoma espinal y dolor post-punción) y el impacto emocional en el paciente y el anestesiólogo aumentan con cada intento repetido. Se ha demostrado que múltiples ensayos amplifican el riesgo de descomposición completa del bloqueo y la necesidad de convertir a anestesia general (Kim et al., 2020; Grau et al., 2022).

Esta realidad ilustra las implicaciones de las estrategias de anticipación (por ejemplo, la posición del paciente puede no haberse logrado, las agujas pueden no usarse adecuadamente o, en ciertos casos, será necesario rotar para usar un operador más experimentado). Más allá del análisis estadístico, lo que este hallazgo sugiere es una lección clínica básica: predecir la dificultad del bloqueo neuroaxial es concebible y, por lo tanto, eleva el estándar general del tratamiento anestésico.

Cuando percibimos a un paciente que probablemente enfrentará dificultades, podemos elegir un enfoque más adecuado, ya sea por vía media o paramediana.

- Organizar procedimientos auxiliares como ultrasonido pre-procedimiento.
- Estar atentos a la posibilidad de soporte técnico o posiblemente un segundo operador.
- Explicar lo que esperamos, lo que a su vez reduce el estrés del paciente.
- Reducir la probabilidad de complicaciones y retrasos en el tiempo operativo.

El ultrasonido en anatomía difícil se ha demostrado de manera confiable en la literatura actual. Este estudio no fue una revisión directa de su uso, pero algunos estudios recientes confirman la eficacia de la ecografía pre-procedimiento para disminuir los intentos iniciales, mejorar los niveles de reconocimiento intervertebral y aumentar la tasa de éxito de la primera punción (Shaikh et al., 2021; Krishnan et al., 2024). Este hecho hace posible pensar en la inclusión formal del ultrasonido en los regímenes de evaluación en pacientes de alto riesgo, no menos en cirugía de alto volumen en el área ortopédica que involucra artroscopia de rodilla.

Otra nota desde el punto de vista humano: esta pieza también nos recuerda algo que podemos olvidar: cada bloqueo neuroaxial desafiante impacta al paciente y al anestesiólogo, al equipo quirúrgico. Una experiencia prolongada o un procedimiento más estresante puede llevar a una mayor ansiedad, menor satisfacción e incluso menor confianza en el sistema de salud para los pacientes. Por lo tanto, la capacidad de prever la dificultad ya no es simplemente un problema técnico, sino una forma de dignificar el cuidado anestésico y mejorar la conexión médico-paciente. En conclusión, este documento muestra que en la mayoría de los ensayos, el estado de dificultad del bloqueo neuroaxial se puede predecir a partir de ciertas propiedades clínicas y anatómicas. Un IMC alto, cambios en la anatomía espinal, antecedentes de cirugías realizadas y bloqueos anteriores con dificultad son una base sólida de predictores. Estos datos también coinciden con lo que ahora se ha visto en la literatura y apoyan la urgencia de considerar controles preanestésicos más amplios en forma de evaluaciones integrales que incluyan no solo la técnica, sino también los factores interpersonales, somáticos y psicológicos, así como los factores físicos y emocionales del paciente.

El truco es cómo integrar esta información en la práctica diaria ahora. La implementación de protocolos de estratificación, instruir al personal sobre la utilización de nuevos instrumentos de imagen por parte de pacientes con estrategias avanzadas como el ultrasonido, la documentación de procedimientos, una mejor documentación de hallazgos y más investigación son enfoques clave para elevar el nivel de atención proporcionada. Estudios multicéntricos prospectivos, utilizando una población más amplia y comparando técnicas tradicionales contra lo mejor de ambos métodos tradicionales y guiados por imagen en una base multicéntrica resultarían en predictores aún mejores y más confiables. Finalmente, este estudio confirma que la anestesia regional no es un método, es una precisión, un acto de humanidad, una promesa diferida.

La conciencia de qué factores complican un bloqueo nos ha ayudado a proporcionar una atención más segura pero eficiente y más cuidadosa. Y, lo más valioso de todo, nos dice que hay una persona, una persona que con grandes expectativas, miedos y confianza viene a nuestro lado con cada punción. En última instancia, la responsabilidad de honrar esa confianza es la motivación más importante para los esfuerzos continuos de mejora.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este protocolo cumplirá con los lineamientos que establece:

- Declaración sobre las Responsabilidades de las Generaciones Actuales para con las Generaciones Futuras. UNESCO, 1997.
- Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y de la Dignidad del Ser Humano con respecto a las Aplicaciones de la Biología y la Medicina "Convención de Oviedo", Consejo de Europa, 1997.
- Guías Operacionales para Comités de Ética que evalúan Investigación Biomédica, OMS, 2000.
- Pautas Éticas Internacionales para la Investigación Relacionada con la Salud con seres humanos, CIOMS, 2002. Última enmienda 2016.
- Declaración Internacional sobre los Datos Genéticos Humanos, UNESCO, 2003
- Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos, UNESCO, 2005.
- Código de Núremberg, 20 de agosto de 1947.⁴
- Declaración Universal de Derechos Humanos, ONU, 1948.
- Declaración de Helsinki, AMM, 1964. Última enmienda octubre 2013.
- Informe Belmont, Comisión Nacional para la Protección de los Sujetos Humanos de Investigación Biomédica y de Conducta, NIH USA, 18 de abril de 1979.
- Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Generaciones Futuras, UNESCO, 1994.
- Guía de Buena Práctica Clínica (BPC), ICH E6 (R2) 1996.
- Declaración de Helsinki. Fortaleza, Brasil, octubre 2013.
- Ley General de Salud, Título Quinto, Artículos 96 y 100, Fracción I-VII.
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (RLGSMIS), Título Segundo de los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos, Capítulo I. Fracción II, considerado como una investigación sin riesgo, acorde al RLGSMIS, Artículo 17.
- Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares.
- Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.
- Cumple con los lineamientos de la NOM-004-SSA3 sobre el expediente clínico y la NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de los proyectos de investigación en salud.

"Identificación de parámetros predictivos de dificultad en anestesia neuroaxial para artroscopias de rodilla en el Hospital ISSSTEP 2024-2025" – Dra. Ana del Carmen Ballado Márquez, Residente de Anestesiología de Primer Año, Hospital de especialidades ISSSTEP 5 de Mayo.

Por ser un estudio sin riesgo, no requirió consentimiento informado.

La información obtenida se manejará con la confidencialidad correspondiente, por lo tanto nunca aparecerá el nombre y número de afiliación de las personas de las cuales se recabó la información, así como los resultados de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Miller R, Cohen N, Eriksson L, Fleisher L. IV Anesthesia management. 51. Spinal, Epidural, and caudal anesthesia. Miller Anesthesia. 9a ed. Ed. Elsevier. 2021.
2. Colish J, Flood P, Turan A, Dalton JE, Sessler DI. Factors Associated With Failure of Spinal Anesthetic: An 8-Year Retrospective Analysis of Patients Undergoing Elective Hip and Knee Joint Arthroplasty. *Anesth Analg*. 2020;130(1):e19–e22. doi:10.1213/ANE.0000000000004304.
3. Lacassie H, De la Cuadra-Fontaine JC, Kychenthal C, Irrázaval MJ. Anestesia espinal. Parte II: Importancia de la anatomía, indicaciones y contraindicaciones. *Rev Chil Anest*. 2020;50(2):398–407.
4. Jorge Emilio Morante Arias; Luis Vicente Ulloa Vallejo; Sheyla Tamara Luna Martillo; Isabel Domenica Minchala Nieto .Anestesia regional neuroaxial. 30/11/2022. DOI: 10.26820/reciamuc/6.(4).octubre.2022.21-30
5. Mulroy MF, Larkin KL, Hodgson PS, et al. A comparison of spinal, epidural, and general anesthesia for outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg* 2000;91:860–4.
6. Longnecker D, Brown D, Newman M, Zapol W. Section D. Regional. Neuraxial anesthesia. In: *Anesthesiology*. Chapter 46. Ed. McGraw- Hill, 2010.
7. Miller R, Cohen N, Eriksson L, Fleisher L. IV Anesthesia management. 51. Spinal, Epidural, and caudal anesthesia. Miller Anesthesia. 9a ed. Ed. Elsevier. 2021.
8. Butterworth J, Mackey D, Wasnick J. Section IV Regional Anesthesia and Pain management. 45 Spinal, Epidural, & Caudal Blocks. In: *Clinical anesthesiology*. 5a ed. Ed. MacGraw Hill, 2013.
9. Miller R, Cohen N, Eriksson L, Fleisher L. IV Anesthesia management. 51. Spinal, Epidural, and caudal anesthesia. Miller Anesthesia. 9a ed. Ed. Elsevier. 2021.
10. Bouchacourt1, Víctor. (2005). Causas de fallas del bloqueo subaracnoideo; formas de evitarlas. *Anestesia Analgesia Reanimación*, 20(1), 31-37. Recuperado en 23 de octubre de 2023, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12732005000100005&lng=es&tlng=es.

11. Cisneros-Rivas Francisco J, Chávez-Ruiz Israel. (2017). *Fallas y complicaciones en la Anestesia Regional Obstétrica*. Vol. 40. Supl. 1 Abril-Junio 2017 pp S150-S154. Recuperado el 23 de Octubre de 2023, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2017/cmas171ar.pdf>
12. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomía con orientación clínica*. 8.^a ed. Barcelona: Wolters Kluwer; 2018.
13. Munhall RJ, Sukhani R, Winnie AP. Incidence and etiology of failed anesthetics in a university hospital. *Anesth Analg* 1988; 67(9): 843-8.
14. 7- Lynch J, Kasper SM, Strick K, Topalidis K, Schaaf H, Zech D et al. The use of Quincke and Withacre 27-gauge needle in orthopedic patients : incidence of failed spinal anesthesia and postdural puncture headache. *Anesth Analg* 1994; 79 (1): 124-8.
15. Flaatten H, Rodt SA, Vamnes J, Rosland J, Wisborg T, Koller ME. Postdural puncture headache. A comparison between 26 and 29- gauge needle in young patients. *Anaesthesia* 1989; 44(2): 147-9
16. Hirabayashi Y, Fukuda H, Saitoh K, Inoue S, Mitsuata H, Shimizu R. Failed spinal anaesthesia: cause identified by MRI. *Can J Anaesth* 1996; 43(10): 1072-5.
17. Macintosh R, Lee JA. *Lumbar Puncture and Spinal Analgesia*. 3rd ed. Edinburgh, Churchill Livingstone 1973.
18. Hirabayashi Y, Shimizu R, Saitoh K, Fukuda H, Furuse M. Anatomical configuration of the spinal column in the supine position.I. A study using magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth* 1995; 75(1): 3-5.
19. Sala MA. Fracasos de las anestésias subaracnoideas. *Rev Arg Anest* 1995; 53: (S) 5-12.
20. Armstrong PJ. Unilateral subaracnoid anaesthesia. *Anaesthesia* 1989; 44(4): 918-9.
21. Bouchacourt1 Víctor. Causas de fallas del bloqueo subaracnoideo; formas de evitarlas. *Anest Analg Reanim [Internet]*. 2005 Ago [citado 2025 Ago 10] ; 20(1): 31-37. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-12732005000100005&lng=es.