



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA**  
**DR ERNESTO RAMOS BOURS**

**T E S I S**

**COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA UTILIZANDO  
ROPIVACAÍNA VS BUPIVACAÍNA HIPERBÁRICA SUBARACNOIDEA EN  
PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA DE CADERA**

**QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:**  
**Victoria Buitimea Raquel Alejandra**

Dr. Navarro Yánes Ramón Humberto  
Director médico de tesis

Biol. Nohelia G. Pacheco Hoyos  
Director metodológico de tesis

**Hermosillo, Sonora. Julio 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## FIRMAS DE AUTORIZACIÓN

---

**DR. FRANCISCO RENÉ PESQUEIRA FONTES**  
**DIRECTOR GENERAL**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel (662) 259-25-00  
[rpesqui@gmail.com](mailto:rpesqui@gmail.com)

---

**DR. JORGE ISAAC CARDOZA AMADOR**  
**DIRECTOR MÉDICO**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel. (662) 259-25-00  
[jicardoza@hotmail.com](mailto:jicardoza@hotmail.com)

---

**DRA. CARMEN A. ZAMUDIO REYES**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel. (662) 259-25-00  
[enseñanzahge@hotmail.com](mailto:enseñanzahge@hotmail.com)

---

**DR. RAMÓN HUMBERTO NAVARRO**  
**JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Cel. (662) 256 60 24  
[ramonhnavarro@hotmail.com](mailto:ramonhnavarro@hotmail.com)

---

**DR. RAMÓN HUMBERTO NAVARRO**  
**DIRECTOR MÉDICO DE TESIS**  
**JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Cel. (662) 256 60 24  
[ramonhnavarro@hotmail.com](mailto:ramonhnavarro@hotmail.com)

---

**BIOL. NOHELIA G. PACHECO HOYOS**  
**DIRECTOR METODOLÓGICO DE TESIS DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel. (662) 259-25-00, Cel. (662) 113-32-49  
[noheliapachecoh@gmail.com](mailto:noheliapachecoh@gmail.com)

---

**DRA. RAQUEL ALEJANDRA VICTORIA BUITIMEA**  
**MÉDICO RESIDENTE DE ANESTESIOLOGIA**  
Hospital General del Estado de Sonora  
Tel. (662) 143 97 42  
[raashel@hotmail.com](mailto:raashel@hotmail.com)

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a todas las personas que apoyaron en la realización de este estudio, especialmente a los residentes de la especialidad en Anestesiología que contribuyeron con su tiempo y dedicación en la práctica. A su vez a mi familia y seres queridos, siempre presente y por su apoyo incondicional. A mi asesora metodológica de tesis Biol. Nohelia Pacheco, ya que sin su apoyo no hubiese podido realizarse en tiempo y forma.

## **DEDICATORIA**

Se dedica este estudio a los amantes de la Anestesiología, esperando que pueda ser de utilidad para su práctica profesional.



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>		8
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>		
1.1 Epidemiología		10
1.2 Generalidades		10
1.3 Mecanismo de acción de los anestésicos locales		13
1.3.1 Propiedades fisicoquímicas		13
1.3.2 Farmacocinética		15
1.3.3 Farmacodinamia		18
1.4 Ropivacaína y Bupivacaína hiperbárica		23
1.5 Esteroespecificidad sobre los cambios electrofisiológicos		25
1.6 Funciones y composición del líquido cefalorraquídeo		26
1.7 Justificación		30
1.8 Objetivos		31
1.9 Hipótesis		32
<b>CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODO</b>		
2.1 Planteamiento del problema		33
2.1.1 Pregunta de investigación		33
2.2 Metodología		33
2.2.1 Diseño de estudio		33
2.2.2 Población		33
2.2.3 Periodo de estudio		33
2.2.4 Tamaño de muestra		33
2.3 Criterios de selección		34
2.4 Aspectos éticos		35
2.4.1 Recursos empleados		36
2.4.2 Análisis de debilidades y fortalezas		37
2.5 Descripción de variables		38
2.6 Descripción general del estudio		39
2.7 Análisis estadístico		41
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS, DISCUSIÓN, CONCLUSIONES</b>		
3.1 Resultados		42
3.2 Discusión		51
3.3 Conclusiones		54

<b>LITERATURA CITADA</b>		55
<b>ANEXOS</b>		59



## RESUMEN

*Introducción:* El bloqueo neuroaxial es la técnica anestésica más empleada en cirugía de cadera en pacientes mayores de 60 años. La hipotensión es el efecto adverso más frecuente.

Es indispensable buscar fármacos que ofrezcan mayor estabilidad hemodinámica.

*Objetivos:* Comparar la estabilidad hemodinámica del bloqueo subaracnoideo (BSA) con ropivacaína frente a bupivacaína hiperbárica, determinar el tiempo anestésico, tiempo de permanencia en la unidad de recuperación postanestésica (URPA) y analizar los efectos

adversos en cada grupo. *Pacientes y método:* Estudio prospectivo, analítico, experimental con 56 pacientes mayores de 65 años sometidos a cirugía de cadera bajo BSA. Se dividieron en dos grupos aleatorios: R: Ropivacaína 0.75% (15mg), B: Bupivacaína hiperbárica 0.5% (7.5 mg). Se investigaron los cambios hemodinámicos, tiempo de BSA, tiempo de permanencia en URPA y efectos adversos en cada grupo. *Resultados:* La tensión

arterial, sistólica y media, presentaron un comportamiento similar en ambos grupos, en los minutos 15 y 20 el grupo R conservó las cifras más próximas a las basales. La FC tuvo un comportamiento homogéneo hasta el minuto 90. La FR y Sat O<sub>2</sub> fueron similares en ambos grupos. El tiempo de BSA muestra diferencias estadísticamente significativas entre los dos

medicamentos, siendo mayor para Ropivacaína que para Bupivacaína (p=0.000). El tiempo en URPA fue menor para Ropivacaína. El tipo de medicamento es independiente a los

efectos adversos (p=0.05). *Conclusiones:* El BSA con Ropivacaína 0.75% (15 mg) provee estabilidad hemodinámica y efectos adversos similares a la bupivacaína hiperbárica (7.5 mg). El uso de Ropivacaína ofrece menor tiempo en URPA, y mayor tiempo de BSA.

Palabras clave: Adulto mayor, cadera, bloqueo subaracnoideo, cambios hemodinámicos.

## **ABSTRACT**

*Introduction:* The neuroaxial anesthesia is the anesthetic technic most used in surgery of hip in 60-year-old major patients. The hipotensión is the most frequent adverse effect. It is indispensable to look for medicaments that offer major hemodynamic stability. *Objetives:* To compare the hemodynamic stability of the spinal anesthesia (SA) between ropivacaine and bupivacaine hiperbaryc, to determinate the anesthesia duration, to determinate time in postanesthesia care unit (PACU) and to analyze the adverse effects in every group. *Patients and method:* Is a prospective, analytical and experimental study, 56 patients more than 65 years old suitable for spinal anaesthesia were included in this study. They were randomly divided into two groups: R: Ropivacaína 0.75% (15mg), B: Bupivacaína hiperbáric 0.5% (7.5 mg). Hemodynamic changes, BSA time, time spent in PACU and adverse effects in each group were investigated. *Results:* Blood pressure, systolic and mean, presented a similar behavior in both groups, in the minutes 15 and 20 Ropivacaine Group retained the closest to baseline. The heart rate had a homogeneous behavior up to 90 minutes. Respiratory rate and Sat O<sub>2</sub> was similar in both groups. The SA time shows statistically significant differences between the two drugs, being higher for ropivacaine as bupivacaine (p = 0.000). The time in PACU was less for ropivacaine. The type of medication is independent of adverse effects (p = 0.05). *Conclusions:* The SA with 0.75% ropivacaine (15 mg) provides hemodynamic stability similar to hyperbaric bupivacaine (7.5 mg) adverse effects. The use of ropivacaine offers less time in PACU, and longer SA.

Key words: Elderly, hip, spinal anesthesia, hemodynamic changes

## INTRODUCCIÓN

En la gama de especialidades médicas, quién se encarga de los aspectos clínicos, fisiológicos y farmacológicos es la Anestesiología, misma que en esta ocasión nos brinda la oportunidad de estudiar a un grupo de personas que comparten la característica de haber sufrido alguna lesión en la cadera.

Las fracturas de cadera son una patología predominantemente geriátrica<sup>3</sup>, es conocido que a nivel mundial hay un proceso de transición epidemiológica con predominio de enfermedades cronicodegenerativas como causa de morbimortalidad, de tal manera que la incidencia de osteoporosis es cada día más frecuente, explicándose así el fenómeno del incremento en el número de fracturas de fémur proximal. El riesgo anual de sufrir una fractura de cadera se relaciona con la edad, y alcanza 4% de riesgo en las mujeres con más de 85 años<sup>9</sup>.

El bloqueo neuroaxial es la técnica anestésica más empleada en cirugía de cadera en pacientes mayores de 60 años<sup>1</sup>. Ya que la hipotensión es efecto adverso más frecuente<sup>1,2</sup>, y la población afectada en su mayoría presenta patología agregada<sup>3</sup>, resulta indispensable conservar la estabilidad hemodinámica<sup>5</sup>. Se ha observado que la utilización intratecal de 2-4 ml de ropivacaína 0.5-2% ha mostrado una menor potencia que la bupivacaína y generalmente se utiliza dosis mayor que con bupivacaína<sup>7</sup>.

La mayor parte de la población en estudio se compone de pacientes mayores de 60 años, y como bien es sabido hay un aumento generalizado de todas las formas de percepción, las respuestas al dolor periférico y a la temperatura. Las alteraciones

observadas son anatómicas y deterioro de la conducción eléctrica<sup>8</sup>, como consecuencia de los cambios que se producen con el envejecimiento, alrededor del 21% de los pacientes de más de 65 años desarrolla una o más complicaciones perioperatorias, afectando principalmente a los sistemas cardiovascular, respiratorio y neurológico<sup>8</sup>, lo que nos obliga a tener consideración especial de los fármacos a utilizar. En el presente estudio se compara la estabilidad hemodinámica observada en 56 pacientes sometidos a cirugía de cadera, de los cuales 35 fueron intervenidos bajo anestesia regional con bloqueo subaracnoideo utilizando bupivacaína hiperbárica y, 21 pacientes bajo la misma técnica anestésica con el uso de ropivacaína.

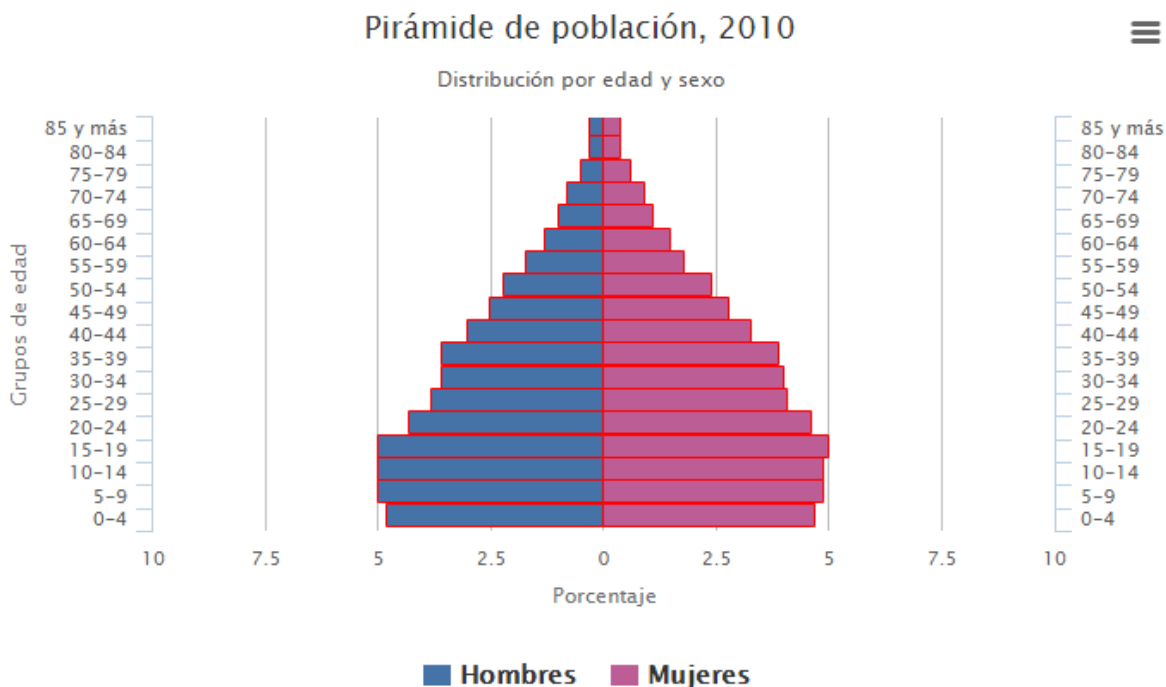
## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Epidemiología

Del mismo modo que a nivel mundial, en México se presentan cambios progresivos en la población donde existen avances tecnológicos en la medicina, por lo cual la esperanza de vida se ha incrementado de manera paulatina. Además, el número de muertes por procesos infecciosos ha disminuido; esto se traduce en un aumento en el número de la población, por lo que la pirámide poblacional se está invirtiendo, con una mayor cantidad de población en edad mayor de 60 años<sup>9</sup> (Figura 1). Según cifras publicadas por INEGI y CONAPO, la esperanza de vida en México para el año 2030 es de 74.6 años para hombres y 79.4 años para mujeres<sup>18</sup>. El riesgo anual de sufrir una fractura de cadera se relaciona con la edad, y alcanza 4% de riesgo en las mujeres con más de 85 años<sup>2</sup>. En México, se estima que 168 mujeres y 98 hombres por 100,000 personas presentan fractura de fémur proximal; es decir una de cada 12 mujeres mexicanas y uno de cada 20 hombres mexicanos de más de 50 años sufrirán una fractura de cadera. El número de casos estimado en el año 2005 fue de 21,000 y se estima que para el año 2050 se superen los 110,000 en un aumento de 43.1%<sup>9</sup>. La mayor parte de las fracturas se presentarán en países en desarrollo.

En la mayoría de los casos, la fractura de cadera debe ser manejada quirúrgicamente con la excepción de que el paciente esté gravemente enfermo o cuando la fractura se encuentra impactada y se considere estable<sup>19</sup>.



Fuente: INEGI. *Censo de Población y Vivienda, 2010*

**Figura 1.** Pirámide de población, 2010

## 1.2 Generalidades

Hace dos décadas, la Organización Mundial de la Salud definió la vejez como la edad superior a los 60 años. Debido a la mayor esperanza de vida, esta definición ya no es apropiada, y se acepta que una persona es de edad avanzada después de los 75 años. Una edad superior a los 90 años define al gran anciano<sup>20</sup>.

El envejecimiento se acompaña de una declinación y un deterioro de las funciones de todos los órganos. Esto se manifiesta por una disminución de las reservas funcionales, hecho que altera la homeostasis y reduce la adaptabilidad a las agresiones<sup>20</sup>. El anciano es más sensible al efecto de los medicamentos, hecho que puede explicarse por dos

mecanismos: una modificación de la reactividad del órgano diana (reducción del número de receptores, mayor o menor acción en los receptores) o un efecto de las propias modificaciones farmacocinéticas. La distinción entre ambos mecanismos es difícil y, por otra parte, hay muy pocos estudios disponibles con relación a las personas de edad muy avanzada.

Hay que evitar los episodios de hipotensión excesiva (presión arterial sistólica < 100 mmHg, disminución de más del 30% de la presión arterial preoperatoria) y prolongada (> 5-10 minutos). La aceleración de la frecuencia cardíaca como reacción a la hipotensión arterial está atenuada e incluso ausente en el anciano. Según el análisis de las causas probables, la hipotensión arterial se trata mediante la disminución de la anestesia, las modificaciones de la posición (sin una posición proclive acentuada), la expansión vascular y la administración de vasopresores<sup>20</sup>.

La farmacocinética de los anestésicos locales administrados durante una anestesia locorregional es compleja debido a sus dos componentes: la absorción a partir del sitio de inyección y la distribución y eliminación sistémica. Las modificaciones farmacocinéticas incluyen una reducción del aclaramiento plasmático total (por ejemplo, con relación a la lidocaína, una reducción del 35% de promedio después de los 65 años) y una prolongación de la semivida de eliminación. Estas modificaciones se explican por el aumento de la grasa (volumen de distribución), la disminución de la masa muscular y la reducción del aclaramiento hepático. Las diferencias entre la bupivacaína, la ropivacaína y la levobupivacaína se explican en parte por sus efectos distintos sobre la vasomotricidad de los vasos epidurales. Se señala que, en la etapa perioperatoria, la concentración plasmática

de la  $\alpha$ 1-glucoproteína ácida que fija los anestésicos locales aumenta después de la 12<sup>a</sup> hora postoperatoria. Durante la raquianestesia, la absorción de la bupivacaína es más rápida, pero esto no incide en el patrón clínico del bloqueo<sup>20, 21, 24</sup>.

La anestesia subaracnoidea constituye la técnica más utilizada para intervenciones de cirugía ortopédica en pacientes mayores de 60 años. Se considera segura, aunque no exenta de riesgos, dentro de los que hay que tener en cuenta es la hipotensión severa, hecho que ocurre de un modo más frecuente en el anciano<sup>15, 17</sup>. Se considera que la técnica es potencialmente evitable si se consideran los antecedentes del paciente, fármaco a utilizar, dosis, principios de Stout y tipo de cirugía; por lo cual, requiere de un estudio profundo del paciente.

### **1.3 Mecanismo de acción de los anestésicos locales**

El mecanismo de acción más aceptado para los anestésicos locales de uso clínico es la inhibición directa de los canales de sodio activados por voltaje, el cual se inicia por la unión de la molécula anestésica con uno o más receptores localizados en el canal de sodio mismo, como consecuencia impide el flujo necesario del ion sodio para el inicio y propagación del potencial de acción<sup>10</sup>.

#### **1.3.1 Propiedades fisicoquímicas de los anestésicos locales**

Los anestésicos locales son bases débiles con un peso molecular comprendido entre 220-288 Dalton (Da).

Se puede dividir en cuatro subunidades: A) Núcleo aromático, formada por anillo bencénico, la adición de más grupos a este nivel aumentará la liposolubilidad. B) Unión

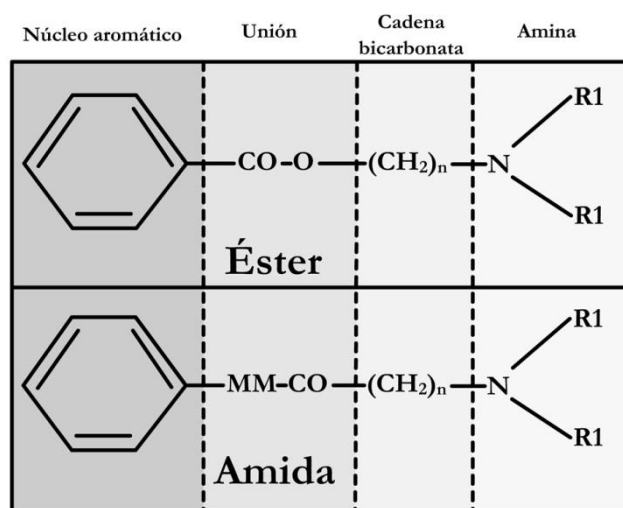
---

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera



éster o amida, es el tipo de unión del núcleo aromático con la cadena hidrocarbonada y determinará el tipo de degradación que sufrirá la molécula: los aminoésteres son metabolizados por pseudocolinesterasa plasmática, y las aminoamidas, a nivel hepático. C) La cadena hidrocarbonada, es un alcohol con dos átomos de carbono, influye en la liposolubilidad de la molécula, duración de acción y en la toxicidad. D) El grupo amina, determina la hidrosolubilidad de la molécula y su unión a proteínas plasmáticas, y lo forma una amina terciaria o cuaternaria<sup>11, 21, 24</sup>.

La liposolubilidad neta refleja el coeficiente de partición sangre/fármaco. Al favorecer la interacción con los componentes hidrófobos de los receptores, una liposolubilidad elevada aumentará la potencia y la duración del efecto. El pKa de los AL varía de 7,6 para la mepivacaína a 8,9 para la procaína. Con un pH plasmático de 7,40, el 60-85% de las moléculas amidas están en forma ionizada; este valor supera el 90% para los ésteres (Figura 2).



**Figura 2.** Estructura química de los Anestésicos locales.

Se conoce como quiralidad a la característica que tienen muchas moléculas de tener en un carbono asimétrico el cual permite distinguir isómeros llamados enantiómeros o isómeros ópticos (denominación que se debe al poder rotatorio de estas moléculas en solución). La lidocaína no posee carbono asimétrico ni, por tanto, enantiómeros. En cambio, la mayoría de las otras aminoamidas (mepivacaína, prilocaína, bupivacaína) tiene un carbono asimétrico y se observan grandes diferencias de actividad y toxicidad entre las formas levóginas y dextróginas de estos productos<sup>12</sup>. La ropivacaína es un estereoisómero que sólo posee la forma (*S*) y que se diferencia de la levobupivacaína por la sustitución en el anillo de piridina de un grupo propilo por un grupo butilo<sup>23</sup>.

### **1.3.2 Farmacocinética**

Los AL se fijan a los eritrocitos y a las proteínas séricas ( $\alpha$ -1-glucoproteína ácida [AGA] y albúmina). Siendo el más importante y específico la unión a AGA.

Al igual que todas las bases débiles, las amidas se unen principalmente a la AGA y a la albúmina sérica<sup>21</sup>. La AGA es 50-80 veces menos abundante en el plasma que en la albúmina, en especial en el lactante. La fijación de los AL a la albúmina sérica se caracteriza por una baja afinidad y una gran capacidad (casi insaturable), mientras que la afinidad de la fijación a la AGA es elevada y su capacidad es baja<sup>12</sup>.

La AGA es la principal proteína sérica implicada en la unión de las amidas. Su concentración es baja en el nacimiento (0,2 g/l) y aumenta de forma progresiva en el primer año de vida hasta 0,8-1 g/l. La concentración de AGA aumenta en caso de síndrome inflamatorio y, en especial, dentro de las 6 horas siguientes a una intervención

quirúrgica o a un traumatismo. Además, todos los estados inflamatorios, incluido el cáncer, están acompañados por una modificación estructural de la proteína con aumento de afinidad por moléculas como los AL. Es importante señalar que la acidosis disminuye la afinidad de los AL por la AGA<sup>12</sup>. La fijación de los AL a las proteínas plasmáticas disminuye la cantidad de AL disponible para el bloqueo nervioso, con lo cual el peligro de efectos secundarios también se incrementa, ya que los AL pueden ser liberados de las proteínas circulantes y ejercer su efecto sobre el sistema nervioso central (SNC) y sobre el corazón<sup>22</sup>.

Los procesos de distribución intervienen poco en la cinética observada en fase postoperatoria. Tras una inyección única, hay que esperar entre 2-3 horas para que las curvas de concentración arterial y venosa se crucen<sup>12, 13</sup>. Esto se observa con todos los agentes y demuestra la importancia del procedimiento de distribución. La distribución alcanzaría su equilibrio tras unas 12-18 horas de administración<sup>12, 13</sup>. El volumen de distribución de los AL de tipo amidas es de 1,5-2 l/kg, lo que permite un relativo efecto amortiguador frente a variaciones bruscas de las concentraciones. Si una inyección (o una reinyección) se hace accidentalmente de manera intravascular, la concentración tóxica inicialmente observada (concentración que puede provocar accidentes graves) decrece con rapidez. Para bupivacaína el volumen de distribución es 1.02 l/Kg de peso y para Ropivacaína es de 0.84 l/Kg de peso<sup>23</sup>.

El aclaramiento de los medicamentos por un órgano es complejo y depende del tiempo de paso a través del órgano en cuestión, así como de las constantes de asociación y disociación con las proteínas y los eritrocitos. Tras pasar a la corriente sanguínea, las moléculas de AL atraviesan el pulmón, donde una parte nada desdeñable es retenida antes

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

de alcanzar el cerebro o el corazón. El aclaramiento de Bupivacaína es de 0.41 l/Kg/hora y para Ropivacaína es de 0.63 l/Kg/hora<sup>23</sup>.

El efecto principal de los anestésicos locales sobre la electrofisiología cardíaca consiste en una disminución de la tasa de despolarización de los tejidos de conducción rápida de las fibras de Purkinje y del músculo ventricular. Los efectos electrofisiológicos difiere cualitativamente, la bupivacaína deprime la fase rápida de la despolarización ( $V_{máx}$ ) en las fibras de Purkinje y en el músculo ventricular en mayor grado que la lidocaína. Esta lentitud en la tasa de recuperación da lugar a la restauración incompleta de la disponibilidad de los canales de  $Na^+$  entre los potenciales de acción, en articular cuando el ritmo cardíaco es elevado; eso da lugar al potencial arritmogénico de la bupivacaína<sup>23</sup>. Es importante considerar que la bupivacaína se elimina con rapidez si se mantiene el flujo coronario, lo cual resalta el interés de un masaje cardíaco eficaz en los paros cardíacos que induce la bupivacaína, pues es lo que va a permitir la eliminación de la molécula<sup>12</sup>.

El proceso de eliminación se lleva a cabo tras su paso a la corriente sanguínea, los AL amidas son eliminados por el hígado. Esta eliminación depende del sistema del citocromo P450. La lidocaína y la bupivacaína son metabolizados principalmente por la isoenzima CYP3A4<sup>12, 23</sup> mientras que la ropivacaína es metabolizada principalmente por CYP1A2 y, en menor grado, por CYP3A4<sup>22</sup>. Respecto a la ropivacaína, el proceso sería más importante todavía porque CYP1A2 es deficiente en el nacimiento y tarda varios años en hacerse totalmente funcional. Así, se ha demostrado que el aclaramiento de la ropivacaína alcanza su máximo hacia los 8 años de edad<sup>12</sup>. El aclaramiento de la bupivacaína, como el de la ropivacaína, es de 3-6 ml/kg por minuto en una administración

prolongada. Este aclaramiento es relativamente reducido (representa de un tercio a una quinta parte del flujo sanguíneo hepático). Es más bajo que el observado tras una administración única. El aumento de la fijación proteínica es en gran parte responsable de la disminución del aclaramiento. Sin embargo, no puede excluirse un descenso del aclaramiento intrínseco con el paso del tiempo, descenso que se ha podido demostrar con la lidocaína en el ser humano y con la bupivacaína en el animal. Pipecoloxilidina (PPX), metabolito principal de la bupivacaína y de la ropivacaína<sup>11</sup>.

### **1.3.3 Farmacodinamia**

Los AL actúan bloqueando la transmisión del influjo nervioso a lo largo de la membrana lipídica axonal. Esta membrana citoplasmática está formada por una doble capa de fosfolípidos, relativamente fluida, en la cual se insertan numerosas proteínas con diversas funciones. A pesar de que esta membrana contiene en su centro elementos hidrófobos, deja pasar libremente grandes cantidades de agua. En cambio, el movimiento de los iones, en especial el de los cationes, está totalmente controlado. La membrana fosfolipídica es casi impermeable a los aniones, que son moléculas demasiado grandes para pasar libremente. La bomba  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  adenosina trifosfatasa (ATPasa), que mantiene el gradiente de potencial eléctrico de cada lado de la bicapa, intercambia de forma permanente dos iones  $\text{K}^+$ , que son atraídos hacia el interior, por tres iones  $\text{Na}^+$ , que son expulsados hacia el exterior. En resumen, la concentración de  $\text{Na}^+$  es de 140 mmol en el exterior y de 14 mmol en el interior, mientras que la de  $\text{K}^+$  es de 4 mmol en el exterior y de 140 mmol en el interior. Así se produce una diferencia de potencial entre ambos lados de la membrana. Se ha convenido en dar el potencial cero al exterior de la célula. El potencial de membrana es de más o menos -90 mV.

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

La instauración del bloqueo depende de la cantidad de fracción libre disponible para atravesar la fibra nerviosa (efecto del pKa) y de la liposolubilidad (hidrofobia). Los anestésicos de pKa bajo (lidocaína y mepivacaína), cercano al de los fluidos extracelulares, se encuentran en un 50% en forma neutra y no ionizada, por lo que se difunden fácilmente a través de las membranas. Su período de instauración es más corto que el de los agentes de pKa elevado (tetracaína, bupivacaína), que se encuentran más ionizados en el pH extracelular<sup>11,12</sup>.

La acción en el canal de sodio depende de la estructura del canal de sodio, que difiere sensiblemente según las especies y en una misma especie en función del tejido. Se trata de una voluminosa glucoproteína a la que se asocian subunidades accesorias<sup>12</sup>. El canal está compuesto por una subunidad  $\alpha$  de 260 kDa asociada a dos subunidades  $\beta$  de 33-36 kDa. La subunidad  $\alpha$  posee cuatro proteínas homólogas y cada una de ellas tiene seis dominios transmembrana con un poro hidrófilo. El paso de la posición de reposo a la posición abierta y a la posición inactiva se debe al cambio de conformación estérica con transferencia de alrededor de 12 cargas eléctricas a lo largo del poro. Las subunidades  $\beta$  que rodean el poro parecen participar en la modulación de la señal y en las relaciones con el entorno inmediato, en particular a nivel de los nódulos de Ranvier. Un dominio transmembrana sirve de sensor sensible a la diferencia de potencial a cada lado de la membrana. Cuando el voltaje alcanza un umbral definido, el canal se abre bruscamente y deja entrar los iones sodio a la célula. Algunos milisegundos más tarde, el canal se inactiva. Esta rápida inactivación se debe al cierre de una puerta en la cara citoplasmática. Esta «puerta» está formada por un gran bucle intracelular. Mientras que la mayoría de las toxinas animales (escorpión, pez fugu productor de tetrodotoxina [TTX]) actúa uniéndose

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

fuertemente a la parte externa del canal, la mayoría de los agentes farmacológicos (AL, antiepilépticos, antiarrítmicos) lo hace por obstrucción del poro central, al que llegan por la cara citoplasmática.

La intensidad del bloqueo es máxima (bloqueo tónico) cuando el canal está bloqueado por agentes no ionizados, mientras que la intensidad del bloqueo que producen los agentes ionizados aumenta con la frecuencia de estimulación (bloqueo fásico, *use-dependent bloc* o *rate dependent bloc*)<sup>12, 13</sup>. Este fenómeno sería producto de una acción preferente de los AL sobre los canales abiertos o inactivados. En cambio, con los canales en reposo, el acceso o la fijación de los AL ionizados es más difícil. Además, según el acceso al receptor se haga por la vía hidrófila (es decir, por el citosol) o por el interior de la membrana, el efecto es más o menos intenso y prolongado. Al respecto, la hidrofobicidad de los AL cumple una función capital. En realidad, la hidrofobicidad (o de forma impropia, pero más gráfica la liposolubilidad) es el factor principal que gobierna la latencia de acción, la potencia y la duración de acción de los AL; los factores restantes son el peso molecular y el pKa.

La acción sobre el canal de potasio, se refiere que a diferencia del músculo, el potencial de acción en el nervio es corto. La repolarización se efectúa con preferencia por los canales de potasio activados por el voltaje Kv1.1, Kv1.2 y Kvβ2.1. Sus efectos pueden ser modulados de una forma relativamente intensa por cinasas, fosfatasas y guanosinas trifosfatasas (GTPasas). Así como la modulación de la expresión de los canales de sodio ocupa el primer lugar respecto a la hiperalgesia y la alodinia, se observa un fenómeno similar (aunque con menor intensidad) con los canales de potasio e incluso de calcio.

A diferencia de los canales de sodio, los canales de potasio no varían en función de que se trate de fibras mielínicas o amielínicas. La única diferencia consiste en un agrupamiento de los canales de potasio a nivel yuxtaparanodal (la parte de la fibra cubierta por la mielina, justo antes de que empiece a hacerse más fina a nivel del nódulo de Ranvier) y un poco a nivel internodal central en las fibras mielínicas, mientras que los canales se distribuyen de modo uniforme en las fibras amielínicas.

La acción sobre el canal de calcio, a diferencia de los canales de sodio, no se inactivan bruscamente y, por tanto, producen una despolarización prolongada. Su función en la conducción neuronal es modesta. Mientras las sinapsis contienen todos los tipos de canales de calcio, los axones tienen muy pocos.

El bloqueo diferencial se observa sobre todo cuando se realiza una anestesia espinal o epidural. El efecto de los AL depende del grado de mielinización de las fibras: es más acentuado en caso de fibras poco o nada mielinizadas. Esto se explica sobre todo porque la distancia entre los nódulos de Ranvier suele correlacionar con el tamaño de la fibra. Así, se cuentan 20-30 nódulos por centímetro en las fibras  $A\delta$  y como máximo seis nódulos por centímetro en las fibras  $A\alpha$ . Puesto que el influjo nervioso puede «saltar» dos o incluso tres nódulos de Ranvier consecutivos, los AL deben bloquear la despolarización de dos o tres nódulos de Ranvier adyacentes para interrumpir la conducción nerviosa de los axones mielinizados. Así, para la misma distancia bañada por el anestésico local, una fibra  $A\delta$  tiene de cinco a ocho veces más nódulos bloqueados que una fibra  $A\alpha$ . Este bloqueo diferencial se caracteriza por la disociación entre el bloqueo motor, el bloqueo sensitivo y el bloqueo vegetativo, que obedecen al bloqueo respectivo de las fibras  $A\alpha$ ,  $A\beta$ ,  $A\delta$  y de las fibras C. En caso de administración prolongada en período postoperatorio, se observa (y

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera



además se busca) una disociación entre bloqueo sensitivo y bloqueo motor. Lo ideal es tener un bloqueo de las aferencias dolorosas sin bloqueo motor. El uso de soluciones poco concentradas, que producen un gradiente longitudinal de concentración más favorable, permite que el bloqueo diferencial se exprese con todo su efecto. Este efecto también se manifiesta a nivel de los nervios periféricos.

Respecto del efecto en el sistema cardiovascular, la lidocaína es el principal antiarrítmico de clase IB de la clasificación de Vaughan-Williams. En el corazón, la conducción es mucho más compleja que en las fibras nerviosas. La conducción auricular y la conducción ventricular se basan en los canales de sodio, mientras que la conducción nodal se basa de forma casi exclusiva en los canales de calcio. Por tanto, casi no se ve afectada en caso de accidentes cardíacos, a no ser tal vez con dosis extremas. Así, la práctica de la anestesia locorregional no está contraindicada de ningún modo en caso de bloqueo auriculoventricular<sup>12</sup>. La gravedad de los accidentes provocados por la bupivacaína se relaciona con un retardo considerable de la conducción intraventricular, con creación de zonas de reentrada por gran dispersión de las velocidades de conducción intraventricular. La bupivacaína, disminuyen la velocidad de conducción ventricular sin aumentar el período refractario en las mismas proporcione<sup>12, 21, 23</sup>. Esto conduce a un riesgo de reentrada, sobre todo porque también existe una gran dispersión de las velocidades de conducción. Este efecto aumenta con el bloqueo fásico, que se agrega cuando aumenta la frecuencia cardíaca<sup>12, 21, 23</sup> y disminuye con algunos isómeros (levobupivacaína y ropivacaína), de modo que es preferible usar estos últimos.

Los AL disminuyen la conducción intraventricular y prolongan el período refractario. Sin embargo, y he aquí todo el problema, la conducción ventricular es más

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

lenta cuanto más se alarga el período refractario<sup>12, 13, 21, 23</sup>. Esta disminución de la longitud de onda tiende a inducir mecanismos de reentrada, sobre todo porque se produce una mayor dispersión de las velocidades de conducción intraventricular. La taquicardia aumenta el bloqueo intraventricular y este aumento se relaciona con el bloqueo fásico<sup>16, 21</sup>.

#### **1.4. Ropivacaína y Bupivacaína hiperbárica**

La Ropivacaína es un anestésico local que provee un bloqueo reversible del flujo de sodio y bloqueo del impulso de conducción en las fibras nerviosas<sup>10</sup>. Fue sintetizada por Akerman en 1985. Es un enantiómero; la sal hidrocloreto de la 2'-6'-pípecoloxilidina sintetizada a partir de mepivacaína. Está preparada como el L-isómero puro<sup>22</sup>.

La adición de radicales al extremo aromático o amina del AL aumenta el grado de unión a las proteínas, que se considera como responsable de una mayor duración de acción de la actividad anestésica. La evidencia actual sugiere que posee una liposolubilidad intermedia entre mepivacaína y la bupivacaína, así como un efecto intrínseco vasoconstrictor. Aunque posee una latencia similar a la bupivacaína, su potencia es equivalente al 0.75 de la potencia de esta. Como se ha mencionado anteriormente la ropivacaína es un enantiomorfo levógiro, posee una menor cardiotoxicidad que las mezclas racémicas o que los enantiomorfos dextrógiros<sup>16, 22</sup>. La ropivacaína es menos lipofílica que la bupivacaína y tiene una menor penetración en las fibras motoras mielinizadas<sup>10</sup>, por lo cual con la ropivacaína se puede lograr una buena disociación sensitivo-motora, en especial cuando se utilizan bajas concentraciones, ya que penetra con mayor rapidez las fibras C que las A y produce un bloqueo que depende de la frecuencia potente relacionada con su liposolubilidad y peso molecular<sup>12, 22, 23</sup>. Como todas las aminoamidas, la ropivacaína se

metaboliza en el hígado en los microsomas hepáticos, siendo su coeficiente de extracción hepático muy variable (0.2 y 0.6), sólo el 1% se elimina por el riñón sin modificaciones. La dosis máxima es de 2 a 3 mg/Kg (Cuadro 1). La dosis tóxica convulsionante es alrededor de 4.9 mg/Kg, administrada por vía endovenosa.

**Cuadro 1.** Características de Ropivacaína

NOMBRE	ROPIVACAÍNA
Peso molecular	274
% unión proteínas	94 – 96
pK	8.1
Potencia	8 – 12
Latencia en minutos	10 – 15
Duración en minutos	180 – 300
Duración en minutos (raquídea)	90-200
Dosis máxima en mg/kg	2 – 2.5
Dosis con adrenalina	2 – 2.5 No necesita adrenalina
Umbral tóxico µg/mL de plasma	2- 3
Convulsiones mg/kg	5
Concentración peridural en %	0.5 – 0.75
Concentración espinal en %	0.5 – 0.75

La Bupivacaína deriva de la mepivacaína, en la cual se sustituye un grupo metil por un grupo butil. Tiene un tiempo de latencia prolongado, entre veinte y veinticinco minutos por vía peridural. Es más liposoluble y cuatro veces más potente que la lidocaína, con una

duración de acción cinco veces mayor (160 a 180 minutos administrada por vía peridural). Este hecho está condicionado por sus características fisicoquímicas, entre las cuales se encuentran las siguientes: posee un pKa de 8.1, coeficiente de liposolubilidad de 28 y una capacidad de unión a proteínas de 88%<sup>21,22</sup>. Es la más tóxica de las aminoamidas. A nivel subaracnoideo se utiliza en concentraciones 0.5%, o más raramente 0.75%, con baricidad variable, su efecto se obtiene en cinco minutos, con duración de hasta tres horas<sup>13, 22</sup>.

La bupivacaína produce un bloqueo sensitivo de excelente calidad; la existencia de un bloqueo diferencial es manifiesta. Se presenta en una mezcla racémica (mezcla equimolar de R(+) y (S-) enantiómeros, en frasco ampula y ampolletas de polipropileno, a concentraciones de 0.25; 0.5 y 0.75%, con o sin adrenalina, y en ampolletas de 0.5 y 0.75% hiperbaras para administración subaracnoidea<sup>13, 16, 22</sup>. La Bupivacaína se metaboliza en el hígado dando lugar a la 4-hidroxi bupivacaína y a la desbutilbupivacaína, fármacos que tienen una vida media más prolongada pero no se les considera activas<sup>22</sup>. El coeficiente de extracción hepática es de 0.31 a 0.4. De 1 a 5% se elimina sin alterar por el riñón<sup>22, 23</sup>.

### **1.5 Estereoespecificidad sobre los cambios electrofisiológicos**

En un estudio realizado por Dr. José Emilio Mille-Loera, Dr. José Manuel Portela-Ortiz, Dr. Guillermo Aréchiga-Ornelas sobre el manejo de la toxicidad por anestésicos locales, citaron que los anestésicos locales de tipo amida y de larga duración tienen implicaciones importantes en la toxicidad de los enantiómeros S(-) y R(+). Aún en concentraciones bajas el enantiómero R(+) produjo un incremento en el tiempo de conducción A/V, comparado con el S(-), la forma racémica de bupivacaína se comportó dentro de un rango intermedio de toxicidad. Mazois demostró que bupivacaína racémica prolonga el tiempo de conducción

---

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

del QRS cuando se compara con L-bupivacaína y propicia la aparición de arritmias con mayor frecuencia<sup>11, 12, 13, 23</sup>.

## **1.6 Funciones y composición de Líquido Cefalorraquídeo**

La fisiología del líquido cefalorraquídeo permite comprender los aspectos farmacológicos de las soluciones anestésicas y analgésicas inyectadas durante la raquianestesia<sup>13</sup>. El Líquido Cefalorraquídeo es un componente de enorme importancia en la fisiología del sistema nervioso central. Sus funciones son múltiples: 1) amortiguadora; 2) transporte de factores liberadores de neurohormonas del hipotálamo a la eminencia media; 3) aclaramiento de sustancias nocivas que entran o se sintetizan en el tejido neural; 4) nutritiva mediando el transporte de ciertas vitaminas como el ácido ascórbico; 5) control metabolismo químico ya que el pH del LCR influye sobre la respiración, autorregulación del flujo sanguíneo y del metabolismo cerebral. Sobre los iones, la frecuencia cardiaca y presión arterial, algunos reflejos autonómicos, tono muscular y estado emocional<sup>13, 24</sup> (Cuadro 2).

El líquido cefalorraquídeo se forma por un proceso de ultrafiltración a través del plexo coroideo, que requiere de energía. El plexo consta de una rica red de pequeños vasos sanguíneos rodeados por la piamadre, proyectada dentro de los ventrículos cerebrales<sup>17</sup>.

El volumen de LCR es de  $130 \pm 50$  ml en el adulto ( $2 \text{ ml/kg}$ )<sup>14</sup> alrededor de  $0.4 \text{ ml/mín}$  ( $25 \text{ ml/hr}$ ) o  $600 \text{ ml/día}$ , en condiciones fisiológicas normales ordinarias el líquido cefalorraquídeo se sustituye por completo cada 6 horas. y varía entre 40-80 ml en el segmento lumbar. Está disminuido en caso de obesidad, embarazo o cualquier otra causa de

aumento de presión intraabdominal<sup>14</sup>. Como una guía se puede esperar 1 ml de LCR por cada nivel cervical por arriba de S2. Así en L3 (mediolumbar), el volumen de líquido es de 5ml. En T6 (mediotorácica), el volumen es de 15 ml y en el agujero magno (límite superior) es de 25ml<sup>17</sup>. Estas variaciones de volumen explican las variaciones clínicas de latencia y duración<sup>14</sup>. Además, el LCR permite la monitorización de la presión intracraneal y espinal y es una medida importante en clínica<sup>8</sup>.

El tiempo de permanencia de un agente anestésico en el LCR depende de la hidrosolubilidad, de la baricidad y de la presión externa que se ejerce sobre los espacios perimedulares.

**Cuadro 2.** Composición de líquido cefalorraquídeo

	<b>Concentraciones medias en LCR</b>
<b>Gravedad específica</b>	1,007
<b>Osmolaridad</b>	289
<b>pH</b>	7,31
<b>PCO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	50,5
<b>Sodio (mEq.L-1)</b>	141
<b>Potasio (mEq.L-1)</b>	2,9
<b>Calcio (mEq.L-1)</b>	2,5
<b>Magnesio (mEq.L-1)</b>	2,4
<b>Cloro (mEq.L-1)</b>	124
<b>Bicarbonato (mEq.L-1)</b>	21
<b>Glucosa (mg/100 ml)</b>	61
<b>Proteínas (mg/100 ml)</b>	28

Ni la aracnoides ni el ligamento dentado representan un verdadero obstáculo a la difusión de los agentes inyectados<sup>13, 17</sup>.

La densidad o masa específica de la solución anestésica con relación a la del LCR define las tres técnicas principales de raquianestesia: hipobárica, isobárica e hiperbárica. Una solución es hipobárica cuando su densidad es inferior a 1.000, e hiperbárica cuando es superior a 1.010. En general, con independencia de la posición, el nivel superior del bloqueo sensitivo es más elevado con las soluciones hiperbáricas que con las isobáricas de igual concentración, mientras que la latencia y la duración están acortadas<sup>15</sup>. Si la solución es hiperbárica, el nivel superior del bloqueo puede ajustarse cambiando la posición del paciente: tras la inyección en el vértice de la convexidad lumbar, según la inclinación del paciente, el líquido se dirige hacia la concavidad sacra o hacia la concavidad dorsal<sup>16</sup>. La posición de Trendelenburg eleva el nivel del bloqueo y la posición del paciente puede rectificarse cuando se alcanza el nivel deseado. Con las soluciones isobáricas, la posición del paciente no influiría respecto al nivel superior de bloqueo, el cual sólo depende entonces del nivel de la punción y la inyección. En la práctica, la densidad de las soluciones inyectadas se modifica por su dilución en el LCR: las soluciones isobáricas se vuelven ligeramente hipobáricas tras la inyección, mientras que una técnica hiperbárica sólo tiene éxito si se emplean soluciones francamente hiperbáricas (densidad  $\geq 1.022$ )<sup>16, 24</sup>.

Mantener el control es la meta en anestesia raquídea. El anestesiólogo debe encargarse de: proveer anestesia segura de duración e intensidad suficiente<sup>17</sup>.

Lo cual esta resumido en los Principios de Stout para la difusión de soluciones que citan:

1. La intensidad de la anestesia varía directamente con la concentración.
2. La extensión de la anestesia es inversamente proporcional a la rapidez de fijación.
3. La extensión de la anestesia es directamente proporcional a la velocidad de la inyección.
4. La extensión de la anestesia es directamente proporcional al volumen del líquido.
5. La extensión de la anestesia es inversamente proporcional a la presión del líquido cefalorraquídeo.
6. La extensión de la anestesia es directamente proporcional al peso específico para soluciones hiperbáricas.
7. Con soluciones isobáricas o hipobáricas, la extensión de la anestesia depende de la posición del paciente<sup>17, 24</sup>.



## **JUSTIFICACIÓN**

La realización de este estudio permite analizar los cambios hemodinámicos presentados durante las cirugías de cadera realizadas en el Hospital General del Estado “Dr. Ernesto Ramos Bours”, bajo anestesia neuroaxial con ropivacaína, ya que en tiempos anteriores el fármaco utilizado en dicho procedimiento fue Bupivacaína, con el cual se observó un grado considerable de inestabilidad hemodinámica sobre todo en los primeros 20 minutos una vez administrado el fármaco.

La planeación y realización del protocolo se consideraron al tomar en cuenta que las cirugías de cadera son procedimientos de alta incidencia dentro del Hospital General. Además, en la comunidad Sonorense, la población geriátrica cada vez ocupa un volumen mayor dentro de la pirámide poblacional. Este fenómeno ecológico se observa a nivel mundial, por lo que resulta adecuado la planeación y realización de estudios científicos de primer nivel para este tipo de pacientes. Por último, en el área de la investigación en anestesiología, no se han encontrado estudios recientes que comparen los fármacos propuestos para cirugías de cadera.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Comparar la estabilidad hemodinámica del bloqueo subaracnoideo con ropivacaína frente al bloqueo subaracnoideo con bupivacaína hiperbárica en pacientes sometidos a cirugía de cadera.

### **OBJETIVOS PARTICULARES:**

- Comparar los cambios de frecuencia cardiaca, presión arterial y saturación de oxígeno que presentan los pacientes de cada grupo de estudio.
- Determinar el tiempo anestésico promedio proporcionado por cada fármaco.
- Determinar el tiempo promedio de permanencia de los pacientes de cada grupo en la sala de recuperación.
- Analizar los efectos adversos derivados del uso de cada fármaco.

## **HIPÓTESIS CIENTÍFICA**

El uso de ropivacaína a nivel subaracnoideo en cirugía de cadera generará una estabilidad hemodinámica significativamente mayor en comparación a la observada en los pacientes tratados con bupivacaína hiperbárica.

## **CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO**

### *2.1 Planteamiento del problema*

#### *2.1.1 Pregunta de investigación*

¿Existen diferencias significativas en la estabilidad hemodinámica de pacientes sometidos a cirugía de cadera tras la utilización de ropivacaína a nivel subaracnoideo en comparación con bupivacaína hiperbárica subaracnoidea?

### *2.2 Metodología*

#### *2.2.1 Diseño del estudio*

- *Estudio prospectivo, analítico, experimental*

#### *2.2.2 Población*

La población de estudio estuvo constituida por pacientes mayores de 65 años sometidos a cirugía de cadera.

#### *2.2.3 Periodo de estudio*

El periodo de realización del protocolo fue de Enero a Julio de 2015. La parte experimental comprendió de Marzo a Junio de 2015.

#### *2.2.4 Tamaño de la muestra*

Para seleccionar la muestra se consideraron dos grupos experimentales con un muestreo probabilístico y aleatorizado, los grupos de trabajo fueron grupo ropivacaína y el grupo

bupivacaína hiperbárica. La población de grupo ropivacaína se constituyó por 23 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión y fueron sometidos a Cirugía de Cadera. La población del grupo de bupivacaína hiperbárica constituyó 35 pacientes que fueron sometidos a cirugía de cadera y que cumplieron con los criterios de inclusión. El criterio para elección de muestra se evaluó mediante la fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

La desviación estadística y las pruebas de hipótesis, han demostrado variación a partir de números muestrales mayores a 20. Por lo tanto, este factor se ha cuidado para la confiabilidad de los resultados en el estudio.

### 2.3. Criterios de selección

#### 2.3.1 Criterios de inclusión

- Pacientes de sexo indistinto.
- Pacientes con diagnóstico de Fractura de Cadera se sometieron a Cirugía de Cadera
- Pacientes con expedientes de características generales completo.
- Pacientes clasificados con ASA I, II, III.
- Pacientes que aceptaron participar en el protocolo y que firmaron consentimiento informado.
- Pacientes mayores de 65 años.

#### 2.3.2 Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 65 años.
- Pacientes cuyos datos generales hayan estado incompletos en expediente y que se hayan negado a proporcionar información.
- Pacientes clasificados con ASA IV, V o VI.
- Pacientes que no hayan firmado consentimiento informado.
- Pacientes con hipersensibilidad a anestésicos locales tipo amida.
- Pacientes con patología en columna vertebral o enfermedad radicular.
- Herida o infección en el sitio de punción.

#### *2.3.4 Criterios de eliminación*

- Paciente con alergia a los medicamentos utilizados durante el método anestésico.
- Paciente con fallo en la técnica anestésica.
- Punción de duramadre.

#### *2.4 Aspectos éticos de la investigación*

El presente trabajo se realizó con fines médicos y de diagnóstico, siempre cuidando la identidad e integridad de las pacientes que participaron en la investigación. Durante el análisis de datos no se hizo referencia de la identidad de ninguno de los pacientes participantes y todos los datos personales de los participantes fueron manejados de forma confidencial. En conjunto con lo anterior, la presente investigación se realizó tomando en cuenta la declaración de Helsinki y todos los aspectos éticos que demanda la investigación médica con seres humanos.

El protocolo se evalúa como investigación de bajo riesgo con base a lo establecido por la ley general de salud, basado en el artículo 17. Por lo tanto, debido a la naturaleza de la investigación, se requirió de consentimiento informado firmado por las pacientes. Los pacientes fueron informados de las características del medicamento utilizado y las reacciones adversas, así como de las atenciones y cuidados a los que serán sometidos en caso de presentar complicaciones (Anexo 1 y 2).

#### *2.4.1 Recursos empleados*

##### *Recursos humanos:*

- Médicos especialistas en anestesiología.
- Personal de enfermería.
- Médico residente de anestesiología.
- Asesores médico y estadístico.
- Médicos internos de pregrado.

##### *Recursos físicos:*

- Equipo general de consultorio para evaluación general del paciente.
- Soluciones cristaloides.
- Equipo de bloqueo.
- Anestésico local (ropivacaína y bupivacaína hiperbárica).
- Grupo de medicamentos específicos para anestesia.
- Equipo para monitorización tipo I.
- Equipo de venoclisis.
- Hoja de recolección de datos (Anexo 3).

- Equipo para procesamiento de datos estadístico (computadora y software).
- Expedientes.

*Recursos financieros:*

Tras la evaluación previa realizada para fines de planeación de proyecto de tesis, se concluyó la necesidad de la adquisición de lap top.

*2.4.2 Análisis de debilidades y fortalezas*

Previo a la elaboración del protocolo de investigación, se realizó un análisis FODA (Cuadro 3) para identificar los puntos fuertes y débiles del proyecto. En el análisis se encontró que la realización del proyecto se ajusta a las necesidades y objetivos del investigador. Lo anterior indica que la cantidad de oportunidades y fortalezas del proyecto es superior a la cantidad de debilidades.

La evaluación generó la siguiente matriz FODA:

**Cuadro 3.** Matriz FODA

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Libre acceso a información científica a través de bibliotecas y base de datos de universidades (UAS, UNAM, UNISON).</li> <li>- Infraestructura funcional.</li> <li>- Servicio de búsqueda de datos libre.</li> <li>- Experiencia profesional académica por parte de los directores de tesis.</li> <li>- Ajuste de tiempo académico adecuado.</li> <li>- Proyecto de bajo costo y alto alcance.</li> <li>- Proyecto con patrocinio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proyecto de alcance alto debido a la poca información previa.</li> <li>- Posibilidad de presentación en congresos de ciencias médicas.</li> <li>- Parteaguas para propuesta de nuevos usos en las técnicas del servicio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibilidad de muestras con valores bajo de N.</li> <li>- Estancia de servicio social fuera de hospital sede. La cual puede reflejarse en un menor número de procedimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posible desinterés por parte del paciente para participar en el protocolo.</li> <li>- Desaprobación por parte del comité de ética.</li> </ul>

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera



## 2.5 Definición de las variables según la metodología

Variables dependientes: Tensión arterial sistémica, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, Bromage 0, tiempo de bloqueo subaracnoideo, efectos adversos (Cuadro 4).

Variables independientes: Edad, sexo, peso, ASA, ropivacaína, bupivacaína hiperbárica.

**Cuadro 4.** Definición de variables

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Edad	Independiente	Edad actual del paciente	Cuantitativa continua	<i>Años</i>
Sexo	Independiente	Sexo femenino masculino	Cualitativa nominal	<i>Genero</i>
Peso	Independiente	Peso actual del paciente en kilogramos	Cuantitativa continua	<i>Kilogramos</i>
ASA	Independiente	Escala de riesgo quirúrgico	Clasificación ASA	<i>1-6</i>
Ropivacaína	Independiente	Anestésico local tipo amida, S-isómero.	Cualitativa	<i>Presencia de medicamento</i>
Bupivacaína hiperbárica	Independiente	Anestésico local tipo amida, mezcla racémica de esteroisómeros (R) y (S)	Cualitativa	<i>Presencia de medicamento</i>
TA	Dependiente	Tensión Arterial Sistólica, Diastólica y media	Cuantitativa continua	<i>mmHg</i>
FC	Dependiente	Número de latidos cardíacos en sesenta segundos	Cuantitativa continua	<i>Latidos por minuto</i>
FR	Dependiente	Número de respiraciones en sesenta segundos	Cuantitativa continua	<i>Respiraciones por minuto</i>
Sat O2	Dependiente	Cantidad de oxígeno que transportan los casos sanguíneos en un momento dado	Cuantitativa continua	<i>%</i>
Bromage 0	Dependiente	Intensidad e bloqueo motor en extremidades inferiores	Cualitativa nominal	<i>0-3</i>
Tiempo de Bloqueo Subaracnoideo	Dependiente	Minutos de duración del bloqueo subaracnoideo, el cual provee de anestesia	Cuantitativa continua	<i>Minutos</i>
Efectos adversos	Dependiente	Cualquier respuesta nociva a los fármacos utilizados, que se produce a dosis habituales del bloqueo.	Cualitativa	<i>Sí (náusea, vómito, hipotensión), No</i>

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

## *2.6 Descripción general del estudio*

El presente estudio es un ensayo clínico y se realizó en el Hospital General del Estado “Dr. Ernesto Ramos Bours”. En un primer tiempo y después de la aprobación del protocolo de investigación, se seleccionaron según los criterios de selección 23 pacientes para grupo Ropivacaína y 35 para grupo Bupivacaína hiperbárica, El protocolo de experimentación seguirá los siguió los siguientes pasos:

1. Se valoró al paciente y se firmó consentimiento de anestesiología.
2. Tras la explicación y aceptación del procedimiento anestésico y estudio, se firmó un consentimiento informado para la participación en el ensayo clínico.
3. Se premedicó con paracetamol 1g IV, ondansetrón 4mg IV, midazolam 0.025 mg/kg IV, fentanilo 1 mcg/kg IV.
4. Se administró 4 ml/Kg de NaCl 0.9% en cocarga.
5. Se pasó a quirófano y se monitorizó la Presión Arterial no Invasiva, Frecuencia Cardíaca, Frecuencia Respiratoria, Oximetría de pulso y Electrocardiograma.
6. Se administró Oxígeno suplementario a través de puntillas nasales a 3 lt/min.
7. Se colocó en decúbito lateral (en posición fetal), posteriormente se realizó asepsia y antisepsia en región lumbo-sacra, se colocó campo estéril, se infiltró piel y tejido celular subcutáneo con lidocaína al 2% (80 mg), en espacio intervertebral L2-L3 ó L3-L4; con el objetivo de introducir aguja tuohy no. 18 hasta ligamento amarillo, se obtuvo pérdida de resistencia para posteriormente introducir aguja whitacre no. 27 hasta espacio subaracnoideo, con la consiguiente obtención de gota de LCR. Se administró al espacio subaracnoideo 15 mg (2ml) de ropivacaína al 0.75% o 7.5 mg

(1.5 ml) de bupivacaína hiperbárica según el grupo al que correspondiera. Se retiró la aguja whitacre y se colocó catéter en espacio peridural, posteriormente se administró dosis prueba y se fijó catéter a piel.

8. Se dejó en decúbito lateral por cinco minutos, seguido de la posición definitiva del procedimiento quirúrgico, la monitorización tipo I fue continua durante el procedimiento quirúrgico.
9. Se tomaron los primeros 20 minutos una vez administrado el fármaco, como fijación de bloqueo.
10. Se evaluaron los cambios hemodinámicas cada cinco minutos una vez administrado el fármaco.
11. Se midió el tiempo de alta de Unidad de Cuidados Post Anestésicos, con Bromage 0; una vez que el paciente egreso de la Sala quirúrgica.

Por último, los datos obtenidos de los pacientes fueron depositaron en una matriz de datos generales en formato de hoja de cálculo para su posterior análisis matemático, descriptivo y estadístico.

**Cuadro 5.** Descripción general del estudio

GRUPO	No. DE PACIENTES	PREMEDICACIÓN	TIPO DE ANESTESIA	ESTABILIDAD HEMODINAMICA
Ropivacaína	23	Paracetamol 1 gr IV	Bloqueo subaracnoideo	Monitorización tipo I
		Ondansetrón 4 mg IV	con Ropivacaína 0.75%,	
		Midazolam 0.025 mg/Kg IV	15 mg.	
		Fentanilo 1 mcg/Kg		
Bupivacaína hiperbárica	35	Paracetamol 1 gr IV	Bloqueo subaracnoideo	Monitorización tipo I
		Ondansetrón 4 mg IV	con Bupivacaína hiperbárica,	
		Midazolam 0.025 mg/Kg IV	7.5 mg.	
		Fentanilo 1 mcg/Kg		

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

## 2.7 Análisis estadístico

Las variables categóricas se analizaron por medio del paquete estadístico IBM SPSS V.22 para Windows. Todas las variables se depositaron en una hoja de cálculo de Excel donde se establecieron valores de código a las variables cualitativas y se ordenaron los datos.

Se obtuvieron las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas. Posteriormente, se elaboraron tablas de distribución de frecuencias entre las variables y se muestran de manera gráfica. Todos los análisis se evaluarán con una confiabilidad del 95% y un burning de 30,000.

A continuación se presenta un resumen general de análisis matemático para cada objetivo y sus especificaciones de diseño (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Análisis matemático para cada objetivo

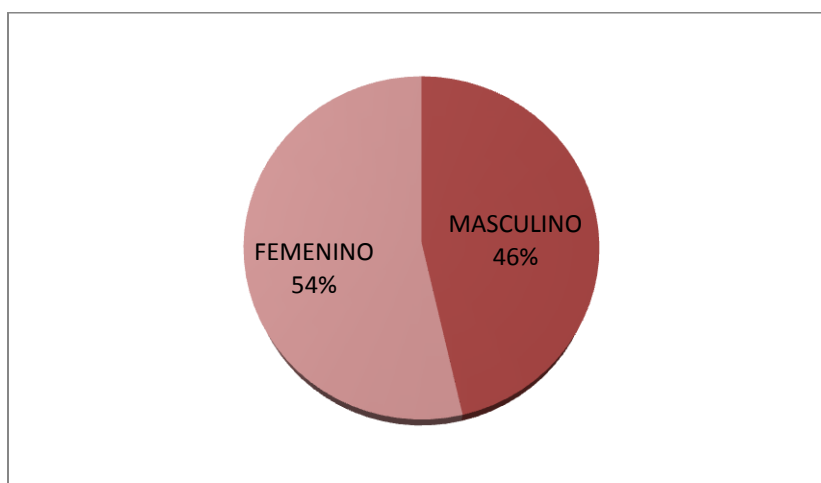
Objetivo	Definición	Prueba estadística
<b>General</b>	Comparar la estabilidad hemodinámica con Ropivacaína vs Bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugías de cadera.	Prueba T de Student Análisis de correlación Programa IBM SPSS V.22 para Windows
<b>Particular 1</b>	Valorar la calidad y el tiempo anestésico presente en los dos grupos de estudio.	Test de Mann Whitney Análisis estadístico descriptivo. Programa IBM SPSS V.22 P=0.05 burning 30,000.
<b>Particular 2</b>	Analizar los efectos adversos derivados de la implementación de los dos medicamentos y comparar los resultados.	Prueba Chi cuadrada P=0.005 corrida con un burning de 30,000
<b>Particular 3</b>	Comparar el tiempo de recuperación postanestésica de los pacientes que fueron tratados con Ropivacaína en relación con los que fueron intervenidos con Bupivacaína.	Prueba T de Student Análisis de correlación Programa IBM SPSS V.22 para Windows

## CAPÍTULO III. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

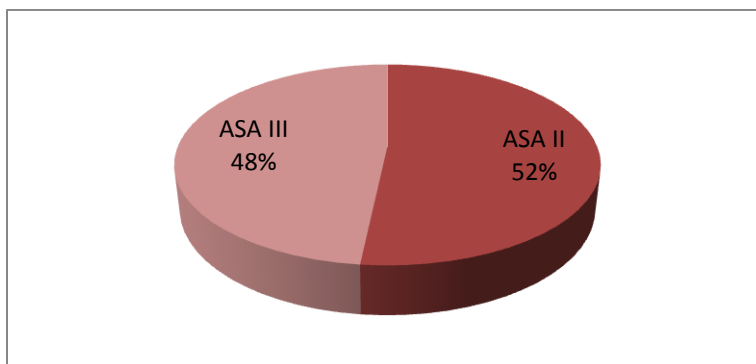
### RESULTADOS

#### Análisis sociodemográfico y de grupos

La población estudiada se conformó por 58 pacientes, de los cuales se excluyeron a dos debido a que durante el procedimiento anestésico presentaron punción de duramadre. Los pacientes que participaron en el análisis fueron 56, de los cuales 30 fueron del sexo femenino y 26 de sexo masculino, lo que representa 53.6% y 46.4% respectivamente (Figura 3). Se dividieron en dos grupos de estudio, 21 pacientes para el grupo de Ropivacaína y 35 pacientes para el grupo de Bupivacaína. Los pacientes con ASA II entre los dos grupos fueron 29 (51.7%), mientras que 27 pacientes (48%) presentaron una condición de riesgo anestésico ASA III (Figura 4).



**Figura 3.** Proporción sexo femenino y masculino



**Figura 4.** Proporción ASA

Las edades de los pacientes se encontraban entre el rango de 65 a 105 años, con una media en edad de 72.65 años, se incluyó a una paciente de 105 años. El rango de peso de los pacientes oscilaron entre 45 Kg y 90 Kg, con una media de 63.06 Kg. Por otro lado, la talla fue desde 1.54 m y 1.82 m como máximo, con media de 1.64 m (Cuadro 8).

**Cuadro8.** Datos estadísticos descriptivos de los pacientes

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Edad</b>	65	105	72.65	14.208
<b>Peso</b>	45	90	63.06	11.741
<b>Talla</b>	1.54	1.82	1.64	0.07

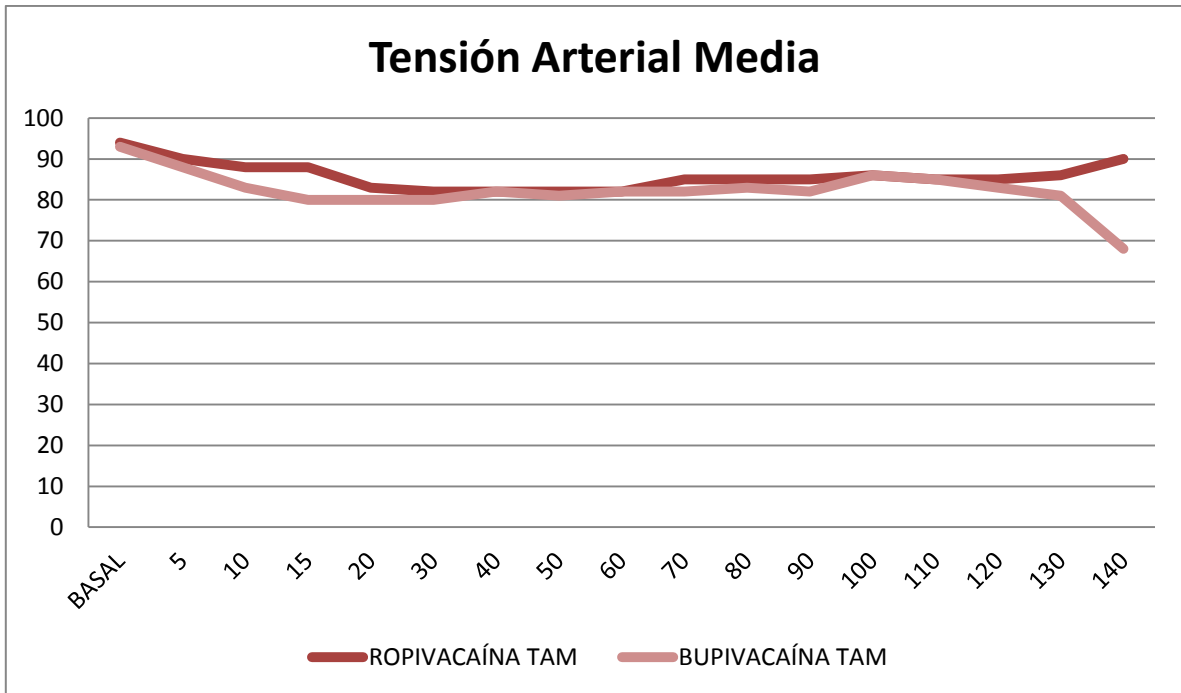
La distribución de cirugías fue 54.9% para DHS, 31.4% para Prótesis de Thompson, 2% Lazcano, 2% DCS, 2% con clavo y 8% otros; no encontrándose diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos ( $p=0.05$ ) (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Descripción de tipos de cirugías

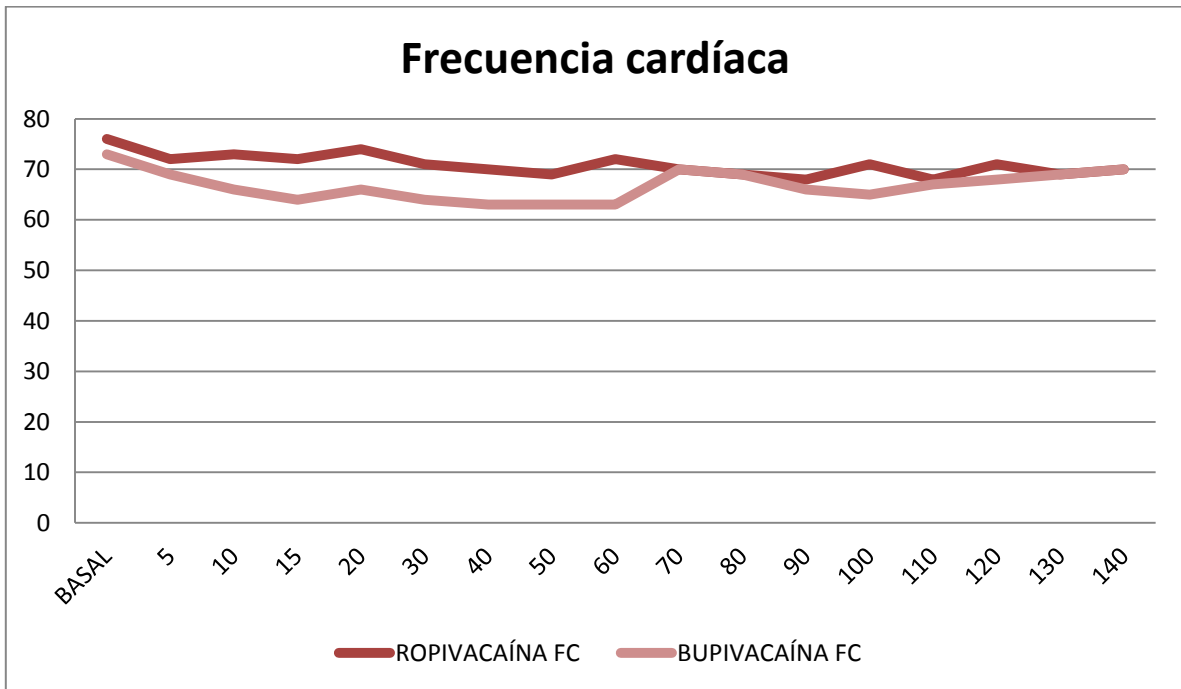
Cirugía	Ropivacaína		Bupivacaína hiperbárica		Frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje		
<b>Lazcano</b>	0	0	1	1.8	1	1.8
<b>DHS</b>	10	17.8	21	37.5	31	55.3
<b>DCS</b>	1	1.8	0	0	1	1.8
<b>Thompson</b>	7	12.5	9	16.07	16	28.6
<b>Clavo</b>	0	0	2	3.6	2	3.6
<b>Otros</b>	3	5.3	2	3.6	5	8.9
<b>Total</b>	21	37.4	35	62.57	56	100

### **Cambios hemodinámicos**

Las cifras tensionales tanto sistólicas como diastólica y media, presentaron un comportamiento similar en ambos grupos de estudio. Sin embargo, cabe destacar que en los minutos 15 y 20 el Grupo de Ropivacaína conservó las cifras más próximas a las Basales, en comparación con el Grupo de la Bupivacaína (Figura 5). Respecto de la Frecuencia Cardíaca ambos grupos presentaron un comportamiento homogéneo hasta el minuto 90, donde se observó un comportamiento irregular entre ambos. Lo anterior puede deberse a que los fármacos se aproximan a su vida media  $\alpha$  durante ese periodo (90-200 minutos), (Figura 6). Tanto la Frecuencia Respiratoria y Saturación de Oxígeno conservan su comportamiento similar en ambos grupos (Figura 7 y 8).



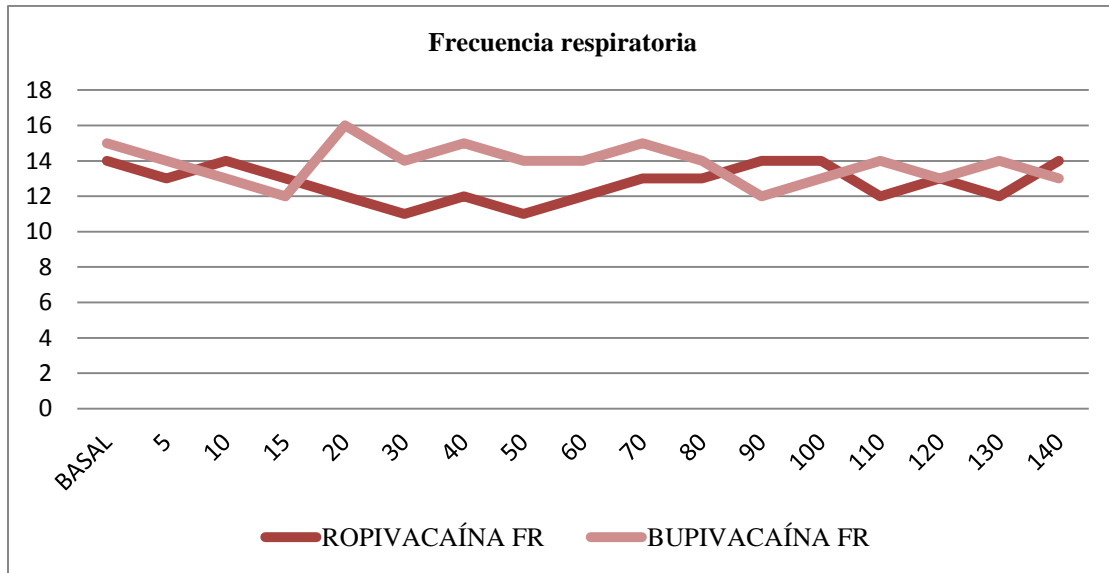
**Figura 5.** Tensión arterial media de ambos grupos



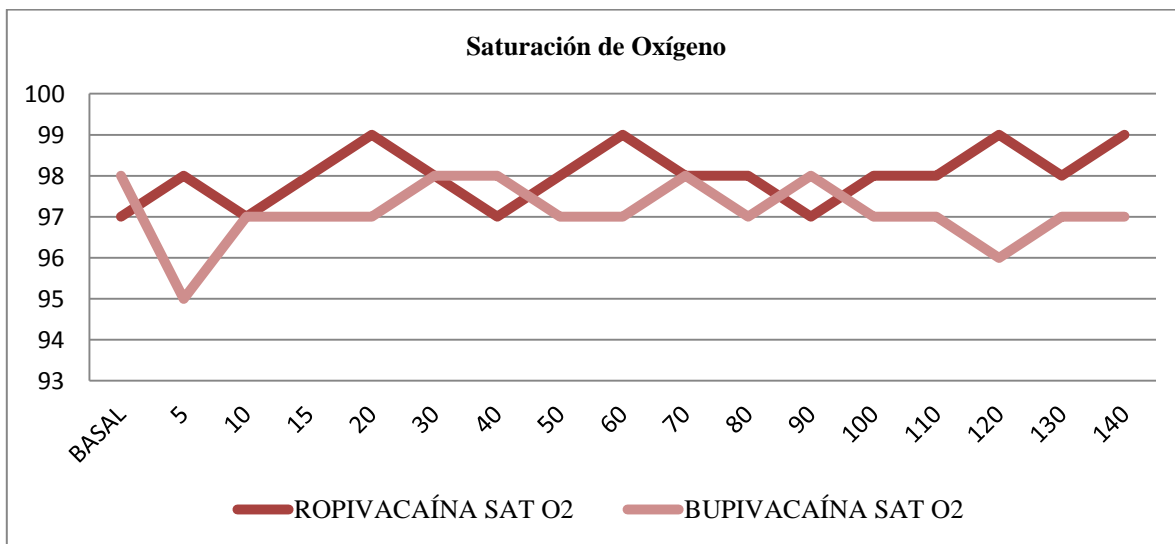
**Figura 6.** Frecuencia cardíaca de ambos grupos

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera





**Figura 7.** Frecuencia respiratoria de ambos grupos



**Figura 8.** Saturación de oxígeno en ambos grupos

## Relación tipo de medicamento y efectos secundarios

La mayoría de nuestros pacientes estudiados no presentaron efectos secundarios, siendo 45 representando un 80.3%. Los efectos secundarios observados fueron hipotensión en ocho pacientes representando el 14.2%, náusea tres pacientes con un 5.3%. Ninguno presentó vómito (Cuadro 10). El valor esperado de Chi-cuadrada de Pearson con 2 gl fue de 5.99, y el obtenido fue de 2.75, por lo cual se concluye que el tipo de medicamento es independiente a los efectos adversos ( $p=0.05$ ).

**Cuadro 10.** Efectos adversos

Efectos adversos	Ropivacaína		Bupivacaína hiperbárica		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<b>Hipotensión</b>	3	5.30%	5	8.92%	8	14.2%
<b>Náusea</b>	1	1.78%	2	3.57%	3	5.3%
<b>Vómito</b>	0	0%	0	0%	0	0%
<b>Ninguno</b>	17	30.35%	28	50%	45	80.3%
<b>Total</b>	21	37.43%	35	62.49%	56	99.99%

## Prueba de normalidad y de contraste de hipótesis

En la comparación de tiempo anestésico, tanto para el grupo de Ropivacaína como para el grupo de Bupivacaína el valor de  $p$  fue no significativo, es decir  $p>0.05$  (cuadro 11), asumiéndose normalidad, siendo necesaria la utilización de la prueba  $t$  de student (Cuadro 13). En las pruebas de normalidad para el tiempo de bloqueo subaracnoideo y de tiempo en unidad de recuperación postanestésica, en ambos grupos el valor se obtuvo una  $p<0.05$

(cuadro 10), es decir p significativa, asumiéndose comportamiento no normal, por lo cual se utilizó la Prueba U de Mann-Whitney (Cuadro 12). El tiempo de bloqueo subaracnoideo muestra diferencias estadísticamente significativas entre los dos medicamento, siendo mayor para Ropivacaína que para Bupivacaína (p=0.000). Además, el tiempo en unidad de recuperación postanestésica fue menor para Ropivacaína que para bupivacaína (Cuadro 13).

**Cuadro 11.** Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		Shapiro-Wilk		
	Medicamento	Estadístico	Sig.	Estadístico	Sig.	Comportamiento
Tiempo anestésico	Ropivacaína	0.156	0.179	0.933	0.142	Normal
	Bupivacaína	0.113	0.200*	0.971	0.576	
Tiempo de Bloqueo subaracnoideo	Ropivacaína	0.236	0.002	0.888	0.017	No Normal
	Bupivacaína	0.212	0.002	0.820	0.000	
Tiempo en URPA	Ropivacaína	0.317	0.000	0.580	0.000	No Normal
	Bupivacaína	0.320	0.000	0.677	0.000	

**Cuadro 12.** Resumen de contraste de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tiempo de bloqueo subaracnoideo es la misma entre las categorías de medicamentos.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula
2	La distribución del Tiempo en unidad de recuperación postanestésica es la misma entre las categorías de medicamento.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.020	Rechace la hipótesis nula.

**Cuadro 13.** Prueba de muestras independientes, t student

Prueba t de student para la igualdad de medias						
95% de intervalo de confianza para la media						
Tiempo anestésico	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior	
Se asumen varianzas iguales	0.025	29.826	12.925	3.851	55.801	
No se asumen varianzas iguales	0.040	29.826	13.911	1.449	58.203	

**Cuadro 13.** Descripción de Tiempo de bloqueo subaracnoideo y Tiempo en unidad de recuperación postanestésica

Medicamento		Estadístico		
<b>Tiempo de bloqueo subaracnoideo</b>	Ropivacaína	Media	139.64	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	124.57
			Límite superior	154.71
		Desviación estándar	33.990	
		Mínimo	90	
	Máximo	235		
	Bupivacaína	Media	101.38	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	89.55
			Límite superior	113.21
		Desviación estándar	31.107	

Comparación de estabilidad hemodinámica utilizando ropivacaína vs bupivacaína hiperbárica subaracnoidea en pacientes sometidos a cirugía de cadera

		Mínimo	60	
		Máximo	215	
<b>Tiempo en unidad de recuperación postanestésica</b>	Ropivacaína	Media	36.36	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30.35
			Límite superior	42.37
		Desviación estándar	13.556	
		Mínimo	25	
	Máximo	90		
	Bupivacaína	Media	42.24	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	36.80
			Límite superior	47.68
		Desviación estándar	14.304	
Mínimo		30		
Máximo	100			

## DISCUSIÓN

La población de nuestra investigación estuvo constituida por adultos mayores, es decir mayores de 65 años, con edad promedio de 72 años, dado que es la población afectada según el tipo de intervención que se estudió (Fractura de cadera), que tiene una incidencia cuatro veces mayor a partir de los 65 años.

Respecto de la frecuencia de género, la población femenina fue ligeramente mayor, representando el 53.4%; que se puede asociar a la atrofia fisiológica del fémur en relación a los cambios hormonales de la menopausia, cadera con tendencia al varus y tendencia a la osteoporosis en edad más temprana que al varón.

A pesar de haber sido criterio de inclusión a pacientes con ASA IV, no hubo pacientes que incluir. Únicamente superaron por dos los pacientes ASA III en comparación con los ASA II. Es decir, aunque se encontraban hospitalizados al momento de ser intervenidos, alguna comorbilidad no estaba controlada al momento de la intervención quirúrgica, demandando un mayor cuidado al manejo del paciente, pero se consideró mayor beneficio realizar la intervención quirúrgica a esperar a controlar la comorbilidad, dado que esta población sufre una mortalidad intrahospitalaria entre el 5 y 20%, según las series<sup>26</sup>. Una de las complicaciones que más influyen y que con mayor frecuencia aparece es el cuadro confusional agudo el cual es un predictor de mal pronóstico funcional y se asocia a un menor grado de recuperación de las actividades básicas<sup>26</sup>.

El bloqueo subaracnoideo que se les ofreció a los pacientes invariablemente proveerá de dilatación arterial y venosa, por lo cual la estabilidad hemodinámica fue el

objetivo principal, observándose que ambos grupos de estudio presentaron comportamiento similar en los primeros 20 minutos. Sin embargo, el grupo de Ropivacaína presentó un comportamiento más homogéneo y cercano a los valores basales, siendo más evidente del minuto 10 al 20 y del 120 al 140, este último en los casos que se extendieron hasta ese tiempo.

La frecuencia cardíaca posterior al minuto 90 tuvo un comportamiento irregular, que se asocia a la proximidad de la vida media<sup>21</sup>. Es de destacar que la FC con el grupo de Ropivacaína bajo como máximo en 8 latidos por minuto en los primeros 20 minutos, en contraste con lo observado con el grupo de Bupivacaína hiperbárica que tuvo una disminución de hasta 15 latidos por minuto en este mismo tiempo, a su vez hacia el minuto 120 presentó una disminución de la FC de hasta 25 latidos por minuto. No se presentaron variaciones importantes en la frecuencia respiratoria ni la saturación de Oxígeno.

Lo esperado en un bloqueo subaracnoideo, debido a que la dilatación arterial ocasiona descensos significativos de la resistencia periférica total, es la hipotensión; presente entre el 30 y 40 % de los episodios raquídeos, que puede ser el resultado de disminuciones de la precarga, descenso del gasto cardíaco o de ambos<sup>25</sup>. El gasto cardíaco es producto del volumen de eyección y de la frecuencia cardiaca, se torna de suma importancia en este grupo de pacientes estudiados dado que a la edad de 80 años el Gasto Cardíaco disminuye<sup>28</sup> a 2.4 lt/min/m<sup>2</sup>. La frecuencia cardíaca en este estudio se observó con comportamiento más estable en el grupo de Ropivacaína, favoreciendo así la estabilidad de la Tensión arterial.

Pudiera presentarse inestabilidad hemodinámica (alteración de la tensión arterial, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno) si no se toman en cuenta todos los aspectos que intervienen en el manejo de anestesia subaracnoidea y de un paciente mayor de 65 años. Como la literatura lo cita, el efecto adverso principal que se presentó en estudio fue la hipotensión (14.2%), Sin embargo, para el grupo a comprar que fue Ropivacaína únicamente se presentó en el 5.3%, siendo una cifra mucho menor a la citada en la literatura<sup>13, 25, 23</sup>.

Durante la vigilancia en la Unidad de recuperación postanestésica, los pacientes tratados con Ropivacaína 0,75% tuvieron una movilidad de sus extremidades totalmente, es decir Bromage 0 a los 36 minutos en comparación del grupo de Bupivacaína a los 43 minutos, siendo seguro el envío de la URPA en menos de 60 minutos para el grupo de Ropivacaína. Lo anterior coincide con lo observado por Gautier et al., (2007) que menciona que en voluntarios sanos, con dosis idénticas (equipotentes), la ropivacaína permite una reversión más rápida del bloqueo que la bupivacaína, lo cual brinda mejores perspectivas, ya confirmadas, a la cirugía ambulatoria<sup>27</sup>.



## CONCLUSIONES

El bloqueo subaracnoideo con Ropivacaína 0.75% (15 mg) en pacientes mayores de 65 años sometidos a cirugía de cadera, provee estabilidad hemodinámica similar a la bupivacaína hiperbárica (7.5 mg).

Los efectos adversos observados en ambos grupos de estudio fueron similares, siendo la hipotensión en más frecuente.

Se observaron cifras tensionales y de frecuencia cardíaca más cercanas a la basal, sobre todo en los minutos del 10-20 y del 120 al 140.

EL uso de Ropivacaína proporciona un tiempo de recuperación del bloqueo subaracnoideo menor (media 36 min), que la observada con bupivacaína, pudiendo enviar de la URPA al paciente en menor tiempo.

El uso de Ropivacaína ofrece mayor duración del bloqueo subaracnoideo, que perdura por más de 140 minutos, siendo en muchos casos el único método anestésico para la cirugía en cuestión, ya que la mayoría de los procedimientos fueron realizados por residentes bajo supervisión de Médico adscrito, mismo que se traduce en mayor tiempo quirúrgico.

## LITERATURA CITADA

1. González P. y E. Elvis. 2009. Calidad en la anestesia espinal con bupivacaína más fentanyl para pacientes con fractura intertrocantérica de cadera. *Revista cubana de anestesiología y reanimación on line*. 8(2): 0-0
2. Valles F. J., Malacara B. M., Mont. L.G., Suárez A. C. y J.L. Cárdenas. 2010. Tratamiento quirúrgico de las fracturas de cadera. *Acta Ortopédica Mexicana*. 24(4): 242-247
3. Segado J. M., Arias. D. J., Casas G. M., Dominguez H. F., López P. A., Bayón G.M. y G.C. Izquierdo. 2009. Calidad en la anestesia espinal con bupivacaína más fentanyl para pacientes con fractura intertrocantérica de cadera. *Revista cubana de anestesiología y reanimación*. 8 (2): 25-29.
4. Mark D. N., Jeffrey H. S., Nabil M. E., Justin M. L. y A.F. Lee. 2012. Comparative Effectiveness of Regional versus General Anesthesia for Hip Fracture Surgery in Adults. *Journal of Anesthesiology*, 117:72-92
5. Camacho del Ángel, J.E. 2013. La anestesia regional en pacientes con trauma. *Revista Mexicana de Anestesiología*. Vol. 36. Supl. 1: S205-S210.
6. Kakar P.N., Roy P.M., Pant V. y J. Das. 2011. Anesthesia for joint replacement surgery: Issues with coexisting diseases. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*. 27(3):315-322.
7. Kuthiala G. y G. Chaudhary. 2011. Ropivacaine: A Review of Its Pharmacology and Clinical Use. *Indian Journal of Anaesthesia*. 55(2): 104–110

8. Committee for European Education in Anesthesiology, European Society of Anesthesiology. 2012. Fisiología aplicada a la Anestesiología. Editorial Ergon, Barcelona, España. 525-526 p.
9. Nieto L. L., Zamora C. A., Reséndiz H. A., Camacho G.S., Espinosa H. J., Torres B. R., Aguilar E. G., Loreto N. U., Roque R. R. y R. González. 2012. Consideraciones epidemiológicas de las fracturas del fémur proximal. [www.medigraphics.org.mx](http://www.medigraphics.org.mx). Vol. 8, No. 3.
10. Carillo E. R. 2006. Anestesiología en Ginecología y Obstetricia. Editorial Alfil, México D.F. 1-3 pp.
11. Mille L.J., Portela O. J. y O. G. Aréchiga. 2011. Manejo de la toxicidad por anestésicos locales. Revista Mexicana de Anestesiología. 31(1): S90-S94.
12. Beloeil H. y J.X. Mazoit. 2010. Farmacología de los anestésicos locales. EMC-Anestesia-Reanimación. 36-320-A-10: 1-18 p.
13. Viel E. Gentili M., Ripart J. y J.J. Eledjam. 2010. Raquianestesia en el adulto (excepto obstétrica). EMC - Anestesia-Reanimación. 36-324-A-10: 1-19.
14. Carpenter R.L., Hogan Q.H., Liu S., Crane B. y J. Moore. 1998. Lumbar cerebrospinal fluid volume is the primary determinant of sensory block extent and duration during spinal anesthesia. Journal of Anesthesiology. 89:24-9.
15. Di Cianni S., Rossi M., Casati A., Cocco C. y G. Fanelli. 2008. Spinal anesthesia: an evergreen technique. Acta Biomed. 79:9-17.
16. Chan V.W., Peng P., Chinyanga H., Lazarou S., Weinbraen J. y Z. Kazsas. 2000. Determining minimum effective anesthetic concentration of hyperbaric bupivacaine for spinal anesthesia. Anesthesia and Analgesia. 90:1135-40.

17. Tesnière A., Rackelboom T. y A. Mignon. 2012. Principios básicos de la analgesia y la anestesia en obstetricia. EMC - Anestesia-Reanimación. 38(4):1-21
18. CONAPO. Proyecciones de la Población de México 2010-2050.
19. Iorio R., Schwartz B., Macaulay W., Teney S., Healy W.L. y S. York. 2006. Surgical treatment of displaced femoral neck fractures in the elderly. Journal of Arthroplasty. 21: 1124-33
20. Haberer J. P., 2014. Anestesia del paciente anciano. EMC - Anestesia-Reanimación. 40(1):1-18
21. Miller R. 2010. Miller Anestesia. Editorial Elsevier, Barcelona, España. 245-247 pp.
22. Aldrete J.A. y U. Guevara. 2004. Texto de anestesiología práctica. Editorial Manual Moderno, México D.F. 315-25 pp.
23. Miller R. 2010. Miller Anestesia. Editorial Elsevier, Barcelona, España. 698-699 pp.
24. Duke J.. 2011. Anestesia Secretos. Editorial Elsevier Mosby. Barcelona, España. 105-111.
25. Bernards C.M. 1999. Anestesia epidural y raquídea. Barash: Anestesia clínica. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, México D.F. I:759-87 pp.
26. Meagher D.J. 2001. Delirium: optimising management. GMJ. 322:144-9.
27. Gautier, P.E. De Kock, M. Van Steenberge, A. Poth, N. Lahaye-Goffart B. y L. Fanard. 1999. Intrathecal ropivacaine for ambulatory surgery. Journal of Anesthesiology. 1:1239-45.

28. Guyton A. C. y J. E. Hall. 2011. Tratado de fisiología médica. Editorial Elsevier, Barcelona, España. 279 pp.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Recolección de datos

#### COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA UTILIZANDO ROPIVACAÍNA VS RUIPACAÍNA HIPERBARICA SUBARACNOIDEA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA DE CADERA

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_

PESO REAL: \_\_\_\_\_ PESO CORREGIDO: \_\_\_\_\_ PRE-CARGA:

\_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_

#### REPORTE DE CAMBIOS HEMODINÁMICOS:

SIGNOS VITALES	INGRESO	5 MIN	10 MIN	15 MIN	20 MIN	25 MIN	30 MIN	40 MIN	50 MIN	60 MIN	75 MIN	90 MIN
FC												
TA SIST												
TA DIAS												
TA MEDIA												
FR												
SAT.O2												
BLOQUEO SENSITIVO												
BLOQUEO MOTOR												

#### ESCALA MODIFICADA DE BROMAGE

0	SIN BLOQUEO MOTOR.
1	PUEDE DOBLAR LA RODILLA, MOVER EL PIE, PERO NO PUEDE LEVANTAR LA PIERNA.
2	PUEDE MOVER SOLAMENTE EL PIE.
3	NO PUEDE MOVER EL PIE O LA RODILLA.

#### ADMINISTRACIÓN DE MEDICAMENTOS TRANS-ANESTÉSICOS:

## ANEXO 2. Consentimiento informado de Anestesiología



### HOSPITAL DEL ESTADO DE SONORA COORDINACION DE QUIROFANO

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LA ANESTESIA.

Nombre del(a) Paciente: \_\_\_\_\_  
Testifico que el(a) Dr. (a) \_\_\_\_\_

**Me ha proporcionado la siguiente información:**

**LA ANESTESIA GENERAL:** nos permite realizar la cirugía y/o algún procedimiento que se requiera anestesia sin dolor, suprimiendo la conciencia, mediante la administración de anestésicos por vía Intravenosa, Inhalatoria combinados, Siempre que se administra anestesia general el paciente contara con una línea IV permeable ( suero); y se administrara oxígeno por medio de mascarilla o tubo endotraqueal.

**LA ANESTESIA LOCAL Y/O REGIONAL:** tiene como objetivo anestesiarse por interrupción de la transmisión del dolor de los nervios periféricos implicados en la zona quirúrgica, mediante la inyección de un anestésico en la zona donde se opera, en el espacio epidural o intrarraquídeo (espalda) a través de una aguja y/o catéter colocado en dicho espacio. Esta técnica permite al paciente estar despierto, evitando algunas complicaciones derivadas de la anestesia general.

Todo acto anestésico – quirúrgico lleva implícita la **POSIBILIDAD DE COMPLICACIONES:** Mayores o menores que puedan requerir medicamentos complementarios o intervenciones médico – quirúrgicas, que aumentan su estancia hospitalaria. Dicha complicaciones unas veces son derivadas directamente de la propia técnica anestésica, pero otras dependerán del procedimiento

Quirúrgico, del estado previo del paciente y de los tratamientos que esté recibiendo o de las posibles anomalías anatómicas y/o de la utilización de equipo médico. No esperamos que esto ocurra y siempre somos muy cuidadosos tratando de evitar que ocurran, pero aun así, en ocasiones muy excepcionales, si ocurren. De acuerdo con la ley, nosotros debemos informarle acerca de las posibles complicaciones.

Entre las **COMPLICACIONES** que pueden surgir en una anestesia general, se encuentran: garganta inflamada, náuseas y vómito, dolor de cabeza, dientes rotos, ronquera somnolencia, dolores musculares y fatiga, cambios de la presión arterial, arritmias (latidos irregulares del corazón), paro cardiorrespiratorio, infarto, reacciones alérgicas, trombo embolismo, dificultad para administrar oxígeno (obstrucción de la vía aérea, bronco espasmo) neumonitis por aspiración (respiración del vómito), insuficiencia renal, coma irreversible y muerte.

**EN UNA ANESTESIA LOCAL Y/O REGIONAL:** pueden sugerir las siguientes complicaciones; cambios de la presión arterial, náuseas vómitos, cefaleas de mayor y de menor intensidad, retención urinaria, toxicidad los anestésicos, reacciones alérgicas, dolores de espalda, convulsiones, infección o hemorragia local, neuropatías, hematoma, abscesos, reacciones meníngeas. Paro cardiorrespiratorio, como irreversible y muerte.

Además debe saber que, una vez realizada esta técnica anestésica, puede ser necesario practicar anestesia general por motivos médicos o porque las molestias del paciente así lo requieran.

He comprendido las explicaciones que se me han facilitado en un lenguaje claro y sencillo y el médico que me ha atendido me ha permitido realizar todas las observaciones y me ha aclarado todas las dudas que le he planteado.

También comprendo que, en cualquier momento y sin necesidad de dar ninguna explicación, puedo revocar el consentimiento que ahora doy.

Por ello manifiesto que estoy satisfecho con la información recibida y que comprendo el alcance y los riesgos del tratamiento, Y en tales condiciones **CONSIENTO** que se Administre **ANESTESIA** a mi hijo / hija o familiar.

Hermosillo, Sonora., \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

FIRMA

### **ANEXO 3. Consentimiento informado de protocolo de investigación**

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Por medio de la presente acepto participar en el proyecto de investigación titulado: **COMPARACIÓN DE ESTABILIDAD HEMODINÁMICA UTILIZANDO ROPIVACAÍNA VS RUIVACAÍNA HIPERBARICA SUBARACNOIDEA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA DE CADERA**, registrado ante el Comité Local de Investigación Médica. El objetivo de este estudio es comparar los cambios hemodinámicos que presentan los pacientes sometidos a cirugías de cadera tras la administración de ropivacaína subaracnoidea contra los que se administra bupivacaína hiperbárica.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en permitir la administración de Ropivacaína al 0.75% para la anestesia subaracnoidea o bupivacaína hiperbárica en la cirugía de Cadera.

El investigador principal se ha comprometido a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de cualquier asunto relacionado con la investigación.

Entiendo que conservo el derecho de no participar en el estudio sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto.

El investigador principal me ha dado seguridades de que no se me identificara en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se ha comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre, cédula y firma del investigador

\_\_\_\_\_  
Testigo

\_\_\_\_\_  
Testigo