

Bloqueo interescalénico ecoguiado: análisis coste-eficiencia, ropivacaína frente a levobupivacaína **Ultrasound-guided interscalene block: cost-efficiency analysis, ropivacaine versus levobupivacaine**

S. C. Montesinos Fadrique, D. Tresandi Blanco, C. Hernández Cera, F. Barbal Badía, J. Rodiera Olivé, L. Aliaga Font

Hospital Quirón Teknon. Barcelona, España

Autor para correspondencia: sanmonfa@hotmail.com

RESUMEN

El bloqueo interescalénico del plexo braquial proporciona anestesia y/o analgesia a nivel del hombro, brazo y antebrazo. Es una técnica anestésica y/o analgésica muy habitual en la práctica clínica diaria, bastante sencilla y segura.

Desde su descripción se han desarrollado varios métodos para su realización por referencias anatómicas, neuroestimulación y ecografía, así como diferentes abordajes. Revisamos de forma exhaustiva la anatomía y el abordaje ecoguiado del plexo braquial a nivel interescalénico. Esta técnica permite una localización sencilla, reproducible y mínimamente invasiva, con las ventajas que ello implica en el campo de acción de la anestesia regional.

Asimismo, se realiza un análisis coste-eficiencia del uso de ropivacaína frente a levobupivacaína en dicho bloqueo, observándose con el uso de ropivacaína un ahorro económico considerable. El uso de dosis equipotentes de ropivacaína frente a levobupivacaína en dicho bloqueo representa un ahorro de un 50 % en el caso de la administración de una dosis única y de hasta un 66 % en el caso de los preparados para perfusiones continuas.

Palabras clave: Bloqueo interescalénico, ropivacaína, levobupivacaína, coste-eficiencia.

ABSTRACT

The interscalene brachial plexus block provides anesthesia and/or analgesia at the shoulder, arm and forearm. The interscalene brachial plexus block is a fairly simple, safe and common anesthetic/ analgesic technique used in daily clinical practice

Since its description, several methods have been developed to implement this block by means of anatomical landmarks, nerve stimulation and ultrasound-guidance, as well as the description of different technical approaches. This paper focuses on reviewing the anatomy and ultrasound-guided approach to brachial plexus at interscalene region. This technique allows a simple, reproducible and minimally invasive location, with the advantages that regional anesthesia imply.

Moreover, a cost-efficiency comparison of the use of local anesthetics (ropivacaine versus levobupivacaine) in this block technique results in considerable economic savings from the use of ropivacaine. Use of equipotent doses of ropivacaine versus levobupivacaine in this technique represents a saving of 50 % in the case of administering a single dose and up to 66 % in the case of preparations for continuous infusions.

Key words: Interscalene block, ropivacaine, levobupivacaine, cost-efficiency.

INTRODUCCIÓN

El plexo braquial está formado por la unión de las principales divisiones anteriores del quinto al octavo nervios

cervicales (C5-C8) y del primer nervio torácico (T1). Las contribuciones de C4 y T2 suelen ser menores o estar ausentes. Conforme las raíces nerviosas abandonan el agujero intervertebral, convergen formando troncos,

divisiones, fascículos y, finalmente, nervios terminales. A nivel cervical se forman tres troncos diferentes entre el músculo escaleno anterior y medio, los cuales constituyen el plexo braquial interescalénico. Debido a su distribución vertical, se denominan superior, medio e inferior. El tronco superior se forma principalmente a partir de C5 y C6, el tronco medial de C7 y el tronco inferior de C8 y T1.

Para poder llevar a cabo un bloqueo ecoguiado con éxito y seguridad es imprescindible conocer la disposición anatómica del plexo braquial a nivel interescalénico (Figura 1). El espacio interescalénico está delimitado por los músculos escaleno anterior y escaleno medio, es muy estrecho en el plano antero-posterior pero muy amplio en el plano vertical, y es en su interior donde se localiza el plexo braquial.

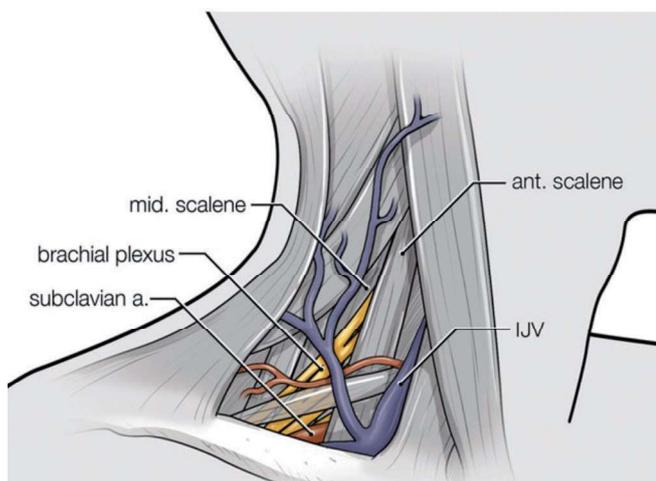


Fig. 1. Anatomía del plexo braquial interescalénico (ant. scalene: escaleno anterior; IJV: vena yugular interna; subclavian a: arteria subclavia; brachial plexus: plexo braquial; mid. scalene: escaleno medio) Ultrasound Imaging for Vascular Access and Regional Anesthesia. Brian A. Pollard BSc, MD, MEd, FRCPC. Library and Archives Canada Cataloguing in Publication. © 2012. ISBN 978-0-9877634-0-2.

La curvatura del raquis cervical confiere una posición anterior de las raíces altas respecto a las bajas y una situación aplanada en el plano coronal con pequeña dirección posterior en sentido caudal. Este espacio tiene forma triangular, con un lado interno que reposa sobre las apófisis transversas de C4 a C8, un lado caudal que se extiende de la apófisis transversa de C8 a la proyección del cuerpo de la clavícula sobre la primera costilla y un lado externo, correspondiente al surco interescalénico, que solo está recubierto por la piel en la cara lateral del cuello. En el interior de este espacio, las raíces y troncos del plexo están agrupados entre los cuerpos musculares de los músculos escaleno anterior y medio (1).

El plexo está envuelto por la fascia (vaina aponeurótica) que rodea a estos músculos que deriva de la lámina prever-

tebral de la fascia cervical profunda. Constituye una verdadera vaina neurovascular continua que recubre la totalidad de los elementos del plexo. Este espacio se halla tabicado por múltiples septos, que son incompletos y no impiden la difusión de la solución anestésica. Esta vaina, la fascia de la cúpula pleural y la primera costilla dificultan el paso del anestésico local hacia el nervio T1.

El conocimiento de las estructuras adyacentes permitirá explicar los efectos colaterales del bloqueo. Las relaciones del plexo braquial más importantes a este nivel son:

1. El nervio frénico, que se sitúa sobre el escaleno anterior desde C5 a C8, por tanto, anterior al plexo.
2. Sistema simpático y ganglio estrellado que se encuentra medial al escaleno anterior y al plexo.
3. Nervio laríngeo recurrente que se sitúa medial al plexo.
4. Arteria vertebral cuya posición es medial y dorsal al plexo.
5. Arteria subclavia, que a nivel del tercio medio clavicular, los troncos pasan posteriores a la arteria.
6. Cúpula pleural que puede llegar a ascender unos 3 cm en el tercio medio clavicular.

HISTORIA Y EVOLUCIÓN

La técnica del bloqueo interescalénico se remonta a principios del siglo xx. En 1919, Mulley hizo la primera descripción de un abordaje lateral del espacio interescalénico, aunque obtuvo el 95,5 % de efectividad en 50 casos, los límites anatómicos que describió fueron muy vagos. Posteriormente, fue Etienne quien hizo la descripción más precisa para este abordaje, definiendo el lugar de punción al centro del triángulo formado por el músculo trapecio, la clavícula y el músculo esternocleidomastoideo. Fue por ello que la llamó "técnica omotrapezoidea". La técnica perivascular interescalénica que se utiliza con más frecuencia fue descrita por Alon P. Winnie en 1970; desde aquel momento han sido pocas las modificaciones que se le han hecho (2).

Dado que la identificación anatómica del espacio interescalénico puede ser difícil incluso para un anestesiólogo experimentado con la técnica, se han descrito maniobras para hacer más notorio el espacio interescalénico. Pese a que pueda parecer contradictorio, el grosor del cuello no es causa de dificultad en la identificación del mismo, e incluso cabe decir que un cuello delgado no asegura que el surco interescalénico sea palpable.

Sharrock y Bruce describen que la palpación del mismo mejora gracias a la contracción del músculo esternocleidomastoideo junto a una inspiración lenta y profunda que contrae los músculos escalenos, accesorios de la respiración. Brown midió 3 cm desde el borde externo del músculo esternocleidomastoideo a la altura del cartílago cricoides, maniobra de utilidad cuando los relieves anatómicos son poco claros.

Bahar hacía lateralizar la cabeza a sus pacientes hacia el lado contralateral, notando que los músculos escalenos se contraen con dicha maniobra. Bollini identificaba por palpación el pulso de la arteria subclavia en el hueco supraclavicular para luego ascender con los dedos índice y medio apoyados en el escaleno medio hasta la altura de C6, correspondiente a la ubicación del cartílago cricoides. Esta maniobra es la inversa de la que utiliza Winnie para la realización del bloqueo perivascular subclavio (3).

TÉCNICAS PARA LA REALIZACIÓN DEL BLOQUEO

Las técnicas de localización del plexo braquial a nivel interescalénico son las parestesias, la neuroestimulación y ecoguiada mediante sonda de ultrasonografía. De forma muy resumida haremos una breve referencia a las dos primeras, para centrarnos posteriormente de forma más amplia en la técnica ecoguiada mediante sonda de ultrasonografía.

En el caso de que el bloqueo ecoguiado se quisiera combinar con técnicas de neuroestimulación, es preciso saber que la estimulación eléctrica de ramas nerviosas colaterales (ramas supraclaviculares) provocará respuestas motoras que no se deben confundir con las respuestas del plexo braquial. Estos están fuera de la vaina del plexo y la administración de anestésico local (AL) a este nivel comportará un fallo del bloqueo (4).

En la técnica de localización del plexo braquial a nivel interescalénico mediante la evocación de parestesias, colocamos el 2.º y 3.º dedo de la mano contraria que va a usar la aguja sobre el surco interescalénico ejerciendo una leve presión. Entre estos dos dedos colocamos la aguja orientándola hacia el plano de la fascia en dirección perpendicular a la piel en todos sus planos (ligeramente hacia caudal), es decir, medial pero algo dorsal y caudal. Se avanza muy lentamente hasta que aparezcan parestesias hacia el hombro y/o el codo y/o los dedos de la mano. Se debe explicar previamente al paciente, con la mayor claridad posible, las características de estas parestesias con el fin de aumentar la colaboración del mismo y disminuir el grado de ansiedad.

En la técnica mediante neuroestimulación, la dirección de la aguja, la posición de los dedos y la forma de avanzar son iguales a la descrita en la técnica de las parestesias. Se conecta la aguja a un estimulador nervioso periférico con unos parámetros que idealmente corresponden a una intensidad de 1 mA, frecuencia de 2Hz y duración de 0,1 mseg. El punto final ideal para dar por finalizada la búsqueda y realizar la inyección de AL es la contracción muscular mixta derivada de la estimulación de la raíz de C6; se observará un movimiento de flexión del antebrazo sobre el brazo por contracción del bíceps, y/o la contracción del deltoides y/o la flexo-extensión de la muñeca. Para dar por válida esta

respuesta motora, la fuerza o intensidad de la misma debe ser moderada o brusca con los parámetros de 0,5 mA, 0,1 mseg y 1-2 Hz.

Cabe indicar que, si observamos actividad correspondiente a regiones inervadas por el nervio frénico, sugiere que la aguja está demasiado anterior, mientras que la estimulación del músculo trapecio indica que la aguja puede estar muy posterior.

TÉCNICA DE BLOQUEO ECOGUIADA

Identificación de estructuras

El bloqueo interescalénico del plexo braquial ecoguiado se está implantando progresivamente en la actualidad como la técnica más utilizada y segura para realizar dicho bloqueo. La visualización de los troncos nerviosos es muy característica y sencilla de distinguir aun para el anestesiólogo poco experimentado. Ello, unido a su situación superficial, hace que se le considere un bloqueo de nivel básico.

Se inicia el estudio colocando el transductor en la línea media del cuello identificando superficialmente el músculo esternocleidomastoideo (ECM), y en profundidad la tráquea con característico refuerzo hiperecogénico periférico correspondiente a los anillos traqueales. Lateral a la tráquea aparecen la arteria carótida (redonda, pulsátil y anecoica) y la vena yugular (interna, redondeada, anecoica y que colapsa fácilmente con la presión del transductor y se agranda con la maniobra de valsalva). Podemos ayudarnos del doppler color para acabar de diferenciarlas con más claridad (Figura 2).

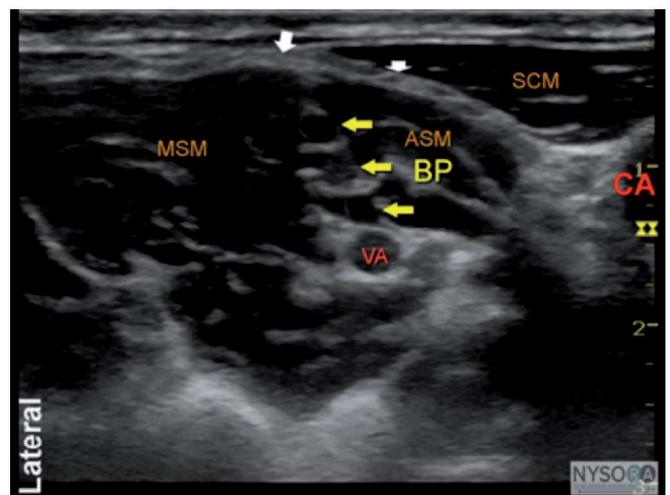


Fig. 2. Anatomía del plexo braquial interescalénico mediante ultrasonografía (BP: plexo braquial interescalénico; ASM: músculo escaleno anterior; MSM: músculo escaleno medio; SCM: músculo esternocleidomastoideo; VA: arteria vertebral; CA: arteria carótida). www.nysora.com, ultrasound guided interscalene brachial plexus block.

Al desplazar el transductor lateral y posteriormente, la estructura más superficial corresponde al ECM, de forma triangular con su vértice orientado hacia lateral, en profundidad aparecen los músculos escaleno anterior (EA) y medio (EM). Concretamente, EA hacia medial y el EM hacia lateral. Situando el transductor a nivel del cartílago cricoides y angulándolo, pueden identificarse entre dos o tres imágenes circulares hipoeoicas rodeadas de un discreto halo hiperecoico entre estos dos músculos (a veces hasta cinco), que corresponden a las raíces o los troncos del plexo braquial a nivel interescalénico.

Es posible identificar el nervio frénico como una imagen hiperecoica redondeada de 1 a 1,5 mm, que se desprende de C5 hacia la cara anterior del EA, alejándose del surco interescalénico cuando el transductor desciende hacia el hueco supraclavicular. También es importante saber que la arteria vertebral es medial al tronco inferior (5,6).

Material

El material que se requiere es: una jeringa de 20 ml y otra de 10 ml, una aguja para cargar medicación, aguja 25 G para infiltración de la piel, aguja para bloqueo 24 G de 50 mm, alargadera para conexión de jeringa y aguja, neuroestimulador con cable y electrodo, en caso de hacer técnica combinada, rotulador dermatográfico, guantes estériles, gasas estériles y desinfectante para piel, anestésico local para infiltrar piel y para realizar el bloqueo, equipo de ultrasonidos, sonda transductor de ultrasonidos lineal de alta frecuencia, gel estéril y protector estéril para el transductor.

Colocación del paciente y optimización de la imagen

El paciente se coloca en decúbito dorsal-supino con la cabeza levemente girada hacia el lado contralateral y el brazo pegado al cuerpo. Se desinfecta la zona con solución de clorhexidina o yodopovidona. El abordaje se realiza a nivel del surco interescalénico, donde el plexo braquial se encuentra muy superficial, entre 1 a 2 cm de la piel. La profundidad recomendada del estudio deberá ser menor a 3 cm y la ganancia se aumentará hasta optimizar la imagen. El anestesiólogo se situará en el mismo lado a bloquear con la pantalla enfrente al otro lado del paciente.

El transductor se va desplazando de cefálico a caudal entre C5 y C7, al mismo tiempo que se realizarán movimientos de angulación y rotación hasta obtener la clásica imagen de los troncos apilados uno tras otro entre las dos masas de los músculos EA y EM.

La técnica se puede realizar de dos maneras según la relación de la aguja con el plano del transductor, en plano y

fuera de plano. En la técnica en plano se puede visualizar la aguja en todo momento, pero la mayoría de profesionales prefieren la técnica fuera de plano que, además, facilita la colocación de catéteres.

Abordaje en plano: de lateral a medial

Se infiltra la piel a 1 cm del punto medio de abordaje lateral del transductor. Se introduce la aguja en plano con el transductor desde la parte inferior de la sonda hasta las raíces nerviosas. Hay que identificar la punta de la aguja durante todo su trayecto que debería quedar situada en el surco interescalénico entre el tronco superior y el medio (Figura 3). Tras realizar una aspiración para descartar inyección intravascular, comenzaremos a administrar el AL en la zona más profunda de la imagen en dosis crecientes de 3 ml hasta inyectar un volumen total de 20 ml aproximadamente. Al finalizar visualizaremos el espacio interescalénico repleto de una colección hipoeoica.

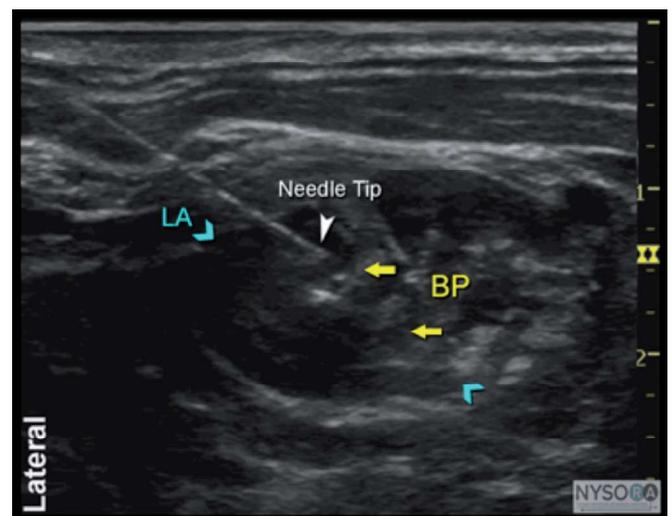


Fig. 3. Anatomía del plexo braquial interescalénico mediante ultrasonografía, abordaje en plano (BP: plexo braquial interescalénico; Needle Tip: punta de la aguja; LA: zona de distribución del anestésico local). www.nysora.com, *ultrasound guided interscalene brachial plexus block*.

Es recomendable inyectar en el desfiladero de los escalenos y no cerca de la salida de las raíces nerviosas a nivel de las apófisis transversas (cuando se visualizan las raíces en las cercanías de la imagen hiperecoica), por la posibilidad de lesión nerviosa o inyección en la prolongación dural de las raíces y, por tanto, peridural o espinal (7).

La ventaja de este abordaje es que la aguja se visualiza en todo su recorrido y longitud, la desventaja es que atraviesa el EM y puede producir lesiones a este nivel de tipo nervioso y vascular.

Abordaje fuera de plano (Figura 4)

Es un abordaje bastante utilizado en la práctica clínica habitual y muy útil para la colocación de catéteres debido a que la dirección de la aguja sigue la dirección del plexo.

Se alinean las estructuras nerviosas con el punto medio del transductor, por tanto introduciremos la aguja a ese nivel observando los movimientos de los tejidos a medida que la aguja avanza muy lentamente. La inyección de un pequeño volumen de AL mientras avanzamos puede ser de ayuda para localizar la punta de la aguja en este abordaje. Se recomienda inyectar primero en la zona externa del plexo y a continuación redirigir la aguja para cubrir la zona más medial del plexo (8).

La ventaja de este abordaje es que la aguja va directa al espacio interescalénico sin lesionar otras estructuras a su paso. La desventaja es que no existe una visualización directa de la aguja en todo su recorrido y longitud, por lo que requiere una mayor experiencia y control.

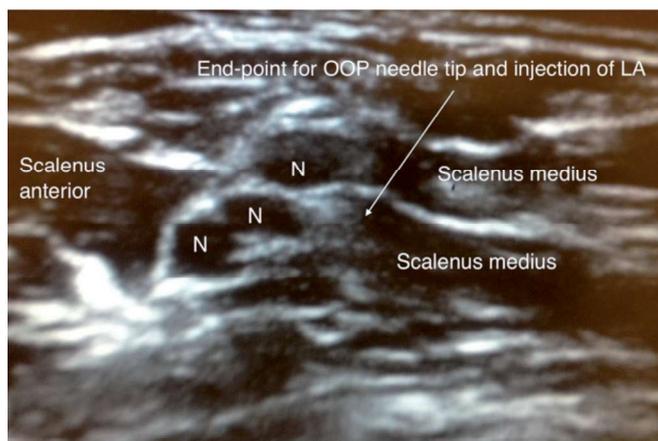


Fig. 4. Anatomía del plexo braquial interescalénico mediante ultrasonografía, abordaje fuera de plano (Scalenus anterior: músculo escaleno anterior; N: paquete nervioso plexo braquial interescalénico; Scalenus medius: músculo escaleno medio; End-point for OOP needle tip and injection of AL: punta de aguja en el bloqueo fuera de plano e inyección de anestésico local). A. Brammar, N. Sharma. Interscalene catheter safety: A novel technique. Wrightington, Wigan and Leigh NHS Foundation Trust. Lancashire, UK. *Journal of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland*.

EFFECTOS SECUNDARIOS Y COMPLICACIONES

Los efectos secundarios no deseados más frecuentes son ronquera (por bloqueo del nervio laríngeo superior), síndrome de Horner (producido por el bloqueo de la cadena simpática cervical) (9), bloqueo del nervio frénico (debido a su proximidad conlleva parálisis del diafragma y su incidencia

aumenta conforme aumentan las dosis administradas, incluso por encima de 5 ml) (10) y síndrome hipotensivo supino o reflejo de Bezhold-Jarrisch (11).

Las complicaciones generales, propias de cualquier bloqueo nervioso periférico, incluyen toxicidad sistémica, daño nervioso, hematoma, infección, dolor en la zona de punción y parestesias postoperatorias, etc.

Las complicaciones específicas, muy infrecuentes pero severas, son bloqueo peridural o intradural alto (para evitarlo se recomienda el uso de agujas cortas posicionándolas en dirección caudal) e inyección intraarterial (arteria vertebral).

Todas las complicaciones se pueden disminuir realizando una técnica ecoguiada, siguiendo las normas de buena práctica clínica y con una correcta y continua visualización de la punta de la aguja durante la realización de todo el procedimiento (12).

ANESTÉSICOS LOCALES MÁS UTILIZADOS Y DOSIFICACIÓN

La elección del anestésico local y su dosificación dependerá fundamentalmente del tipo de procedimiento y de la duración deseada del bloqueo. En esta decisión también puede influir la literatura consultada o el protocolo del centro donde desempeñemos nuestra actividad profesional y, cómo no, si la finalidad es lograr un bloqueo motor o una analgesia postoperatoria.

En este caso nos centraremos en la utilización de AL que proporcionen un bloqueo prolongado con el fin de lograr una analgesia postoperatoria óptima y duradera, concretamente ropivacaína y levobupivacaína. Ambos fármacos se consideran clínicamente equivalentes y equipotentes por tener indicaciones similares y no existir evidencia científica relevante de la superioridad de uno frente al otro (13,14).

De forma resumida, en la práctica clínica habitual se recomienda, en el caso de realizar una punción única con el fin de cubrir analgesia intraoperatoria y postoperatoria administrar ropivacaína o levobupivacaína a una concentración de 0,2 % y un volumen en torno a 20 ml, aunque la ultrasonografía permite disminuir los volúmenes de AL, una de las formas de disminuir algunas de las complicaciones asociadas con el bloqueo interescalénico. Si se coloca un catéter en el plexo interescalénico conectado a una perfusión continua de AL, con el fin de lograr una analgesia postoperatoria, se administra ropivacaína o levobupivacaína 0,2 % con un ritmo de infusión entre 4 a 8 ml/h (15,16) según el nivel de analgesia del paciente y la existencia de algún tipo de efecto secundario o complicación.

Cabe señalar que la mayoría de las intervenciones quirúrgicas se realizan conjuntamente bajo anestesia general, con el fin de aportar mayor confortabilidad y seguridad al paciente y al equipo quirúrgico.

ANÁLISIS COSTE-EFICIENCIA ROPIVACAÍNA FRENTE A LEVOBUPIVACAÍNA

El bloqueo interescalénico es uno de los más frecuentes y habituales en la práctica clínica actual, ello, unido su relativa sencillez técnica, hace que esté muy extendido. Asimismo, el marco económico en el que nos encontramos hoy en día, y que está llevando a evaluar y estudiar desde un punto de vista coste-eficacia la práctica totalidad de actuaciones médicas con el fin de optimizar los recursos sanitarios (17,18), ha hecho que abordemos desde este punto de vista dicho bloqueo.

En el caso de la administración de un único bolus de 20 ml de AL mediante punción única, supondría en el caso de ropivacaína 0,2 % un gasto de 2,03 €, y en el caso de levobupivacaína 0,2 % 4,10 €, por tanto, se produce un ahorro de 2,07 € por cada bloqueo, es decir, algo más de un 50 % si usamos ropivacaína 0,2 % frente a levobupivacaína 0,2 %.

La diferencia es aún mayor en el caso de la utilización de bolsas de AL para la perfusión continua a través de catéteres. Las presentaciones con 100 ml de que disponemos contienen levobupivacaína 0,125 % con un coste de 15,60 € y ropivacaína 0,2 % con un coste de 5,76 €, por tanto un ahorro de 9,84 € por cada bolsa, es decir, prácticamente un 66 % si usamos perfusiones de ropivacaína frente a las de levobupivacaína. A ello cabe añadir que la concentración de AL es mayor en las bolsas de ropivacaína que en las de levobupivacaína, 0,2 % frente a 0,125 % respectivamente. Esta diferencia de concentración es un factor estadísticamente significativo que determina la mayor potencia y duración del bloqueo en la comparación del uso de ropivacaína frente a levobupivacaína en estudios existentes previos.

NOTA: precios contrastados con la industria farmacéutica en España.

CONCLUSIONES

El bloqueo braquial a nivel interescalénico representa una opción segura y eficaz para la analgesia perioperatoria en las cirugías de hombro, brazo y antebrazo. El hecho de ser un bloqueo sencillo y que se emplea frecuentemente en la práctica clínica, unido al contexto económico actual, hace que sea importante y necesario realizar un análisis coste-eficiencia de los fármacos que se utilizan para esta técnica.

El uso de ropivacaína frente a levobupivacaína para el bloqueo interescalénico representa un ahorro de un 50 % en el caso de la administración de una dosis única y de hasta un 66 % en el caso de los preparados para perfusiones continuas. Este considerable ahorro nos permite recomendar el uso de ropivacaína para bloqueos de larga duración, tanto en administración única como en perfusión continua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mian A, Chaudhry I, Huang R, Rizk E, Tubbs RS, Loukas M. Brachial plexus anesthesia: A review of the relevant anatomy, complications, and anatomical variations. *Clin Anat* 2014;27(2):210-21.
2. De Tran QH, Clemente A, Doan J, Finlayson RJ. Brachial plexus blocks: A review of approaches and techniques. *Can J Anaesth* 2007;54(8):662-74.
3. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 1970;49(3):455.
4. Brandl F, Taeger K. The combination of general anesthesia and interscalene block in shoulder surgery. *Anaesthesist* 1991;40(10):537-42.
5. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Willschke H, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: Part 2-recent developments in block techniques. *Br J Anaesth* 2010;104(6):673-83.
6. Albrecht E, Kirkham KR, Taffé P, Endersby RV, Chan VW, Tse C, et al. The maximum effective needle-to-nerve distance for ultrasound-guided interscalene block: An exploratory study. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39(1):56-60.
7. Madison SJ, Humsi J, Loland VJ, Suresh PJ, Sandhu NS, Bishop MJ, et al. Ultrasound-guided root/trunk (interscalene) block for hand and forearm anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38(3):226-32.
8. Fredrickson MJ, Ball CM, Dalglish AJ, Stewart AW, Short TG. A prospective randomized comparison of ultrasound and neurostimulation as needle end points for interscalene catheter placement. *Anesth Analg* 2009;108(5):1695-700.
9. Al-Khafaji JM, Elias MA. Incidence of Horner syndrome with interscalene brachial plexus block and its importance in the management of head injury. *Anesthesiology* 1986;64(1):127.
10. De A, Hayes JE. Persistent phrenic nerve paresis after interscalene block: A "triple crush" hypothesis of nerve injury. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38(6):553.
11. Song SY, Roh WS. Hypotensive bradycardic events during shoulder arthroscopic surgery under interscalene brachial plexus blocks. *Korean J Anesthesiol* 2012;62(3):209-19.
12. Klaastad O, Sauter AR, Dodgson MS. Brachial plexus block with or without ultrasound guidance. *Curr Opin Anaesthesiol* 2009;22(5):655-60.
13. Pujol E, Faulí A, Anglada MT, López A, Pons M, Fàbregas N. Ultrasound-guided single dose injection of 0.5 % levobupivacaine or 0.5 % ropivacaine for a popliteal fossa nerve block in unilateral hallux valgus surgery. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 2010;57(5):288-9.
14. Wang LZ, Chang XY, Liu X, Hu XX, Tang BL. Comparison of bupivacaine, ropivacaine and levobupivacaine with sufentanil for patient-controlled epidural analgesia during labor: A randomized clinical trial. *Chin Med J* 2010;123(2):178-83.
15. Schuster M, Engelhardt L, Erler W, Dienert B, Wagner M, Birnbaum J, et al. Levobupivacaine vs. ropivacaine for continuous femoral analgesia after anterior cruciate ligament reconstruction. *Schmerz* 2011;25(1):62-8.
16. Fredrickson MJ. Randomised comparison of an end-hole, triple-hole and novel six-hole catheter for continuous interscalene analgesia. *Anaesth Intensive Care* 2014;42(1):37-42.
17. Dalton JA, Carlson J, Lindley C, Blau W, Youngblood R, Greer SM. Clinical economics: Calculating the cost of acute postoperative pain medication. *J Pain Symptom Manage* 2000;19(4):295-308.
18. Belfi A, Cobăletchi S, Casian V, Belfi N, Severin G, Chesov I, et al. Pharmacoeconomic aspects of perioperative pain management. *Ann Fr Anesth Reanim* 2012;31(1):60-6.