

Bloqueo continuo del plexo braquial por vía axilar en el tratamiento del dolor postoperatorio

C. MORROS VIÑOLES

RESUMEN

El bloqueo continuo del plexo braquial por vía axilar es una técnica habitual para proporcionar analgesia en la cirugía agresiva de la extremidad superior así como para el tratamiento del dolor crónico en ciertas enfermedades.

Para la inserción de un catéter a nivel axilar para el BCPB podemos utilizar una técnica perivascular o una neuroestimulativa, tanto para localizar las estructuras nerviosas como para asegurar la correcta situación de la punta del catéter.

Los fármacos más habitualmente utilizados son la bupivacaína y la ropivacaína.

La incidencia de complicaciones, ya sea una infección, un hematoma o parestesias residuales, es baja aunque no se deben menospreciar.

Debemos prestar especial interés en la fijación del catéter y en realizar unos cuidados postoperatorios adecuados.

Palabras clave: Anestesia locoregional. Plexo braquial. Analgesia continua. Catéter axilar.

ABSTRACT

Continuous brachial plexus block by axillary route is a normal technique to provide analgesia during aggressive surgery of the upper limb as well as for the treatment of chronic pain in certain pathologies.

The insertion of a catheter at an axillary level for CBPB may use a perivascular or a neurostimulative technique, to both locate the nerve structures as well as to ensure correct positioning of the tip of the catheter.

The most often used medicinal products are bupivacaine and ropivacaine.

The incidence of complications, whether they be infection, haematomas or residual paresthesia, is low although they should not be underrated.

Special care should be taken when fixing the catheter and performing suitable postoperative care. (DOLOR 2006;21:185-92)

Corresponding author: Carlos Morros Viñoles, 18450cmv@comb.es

Key words: Locoregional anaesthesia. Brachial plexus. Continuous analgesia. Axillary catheter.

INTRODUCCIÓN

La utilización de un bloqueo continuo del plexo braquial por vía axilar (BCPBA), gracias a la introducción de un catéter en el compartimento neurovascular del plexo braquial, es una práctica habitual en los servicios de anestesiología y unidades de terapia del dolor. Su utilidad está suficientemente demostrada para cirugías de larga duración¹, para el control del dolor agudo postoperatorio², para el tratamiento del dolor crónico, ya sea benigno o maligno³ y para enfermedades que requieran como tratamiento una simpsectomía de la extremidad superior³⁻⁶.

Una de las principales características del plexo braquial (PB) es que, prácticamente desde su formación, se halla envuelto por una vaina aponeurótica. El origen de esta vaina aponeurótica varía a lo largo del recorrido del plexo, desde su formación hasta la salida de la axila y la distribución distal de los nervios terminales. Inicialmente las raíces están emparedadas por la aponeurosis de la musculatura paravertebral (músculos intertransversos), posteriormente los troncos circulan entre las aponeurosis posterior y anterior de los músculos escaleno anterior y medio, respectivamente, situándose debajo de la clavícula hasta llegar a la axila como una extensión del espacio interescalénico. Al salir de la axila las aponeurosis de los músculos entre los que pasa el paquete neurovascular aportan fibras de tejido conectivo para formar la vaina.

Si inicialmente el paquete es neurológico, cerca de la inserción del escaleno anterior, a nivel de la primera costilla (tubérculo de Lisfranc) y por encima de ésta, se le añade la arteria subclavia, y finalmente, al pasar todo el conjunto por debajo de la clavícula, se les añade la vena subclavia, formando definitivamente el paquete neurovascular que hallaremos posteriormente en el espacio axilar.

El hecho de que todo el paquete se halle dentro de una especie de vaina tubular a lo largo de su recorrido, nos ha permitido la posibilidad de introducir dentro de ese paquete neurovascular un catéter a través del cual podremos conseguir un bloqueo continuo del plexo.

Desde que Reading⁷, en 1921, describió el espacio neurovascular a nivel axilar, diferentes autores han trabajado en su estudio. Debemos destacar las aportaciones de Thompson⁸ en 1983, introduciendo el concepto de *septum*: tabicaciones formadas por tejido conectivo que se sitúan entre elementos vascu-

lares y nerviosos del plexo braquial, dando lugar a la formación de compartimentaciones. Este concepto fue rebatido por Vester-Andersen⁹ y defendido por Partridge¹⁰. Beck¹¹, en 1990, introdujo el concepto de tabicación entre las zonas supra e infraclaviculares.

El primer autor en describir una técnica continua del plexo braquial fue Ansbro¹², en 1946, con un abordaje supraclavicular y manteniendo la posición de la aguja gracias a un corcho.

En 1975, F. Vidal¹³, al comunicar su técnica perivascular axilar teniendo como base la técnica perivascular descrita por Winnie¹⁴, y describiendo el signo de la aguja anclada, indicaba la posibilidad de introducir un catéter peridural por la aguja Tuohy. Selander¹, en 1977, es el que comunica el hecho de dejar de forma sistemática un catéter vascular corto (cánula) al localizar el plexo. A partir de esta fecha son relativamente continuas las referencias bibliográficas comunicando pequeñas variaciones sobre esta técnica¹⁵⁻²³.

La utilización de la neuroestimulación ha facilitado la localización del PB a nivel axilar. El posterior desarrollo de los catéteres estimulantes^{24,25} nos ha permitido asegurar la correcta situación del catéter en el compartimento neurovascular, ya sea durante el desarrollo de la técnica o en días posteriores.

La posibilidad de tunelizar el catéter^{26,27} nos permitirá dejarlo funcionando durante un largo periodo de tiempo, especialmente indicado al realizar terapias de dolor crónico.

MATERIAL

Técnica perivascular

- Aguja peridural G18 o G17 con bisel Tuohy.
- Catéter de poliamida con o sin fiador metálico.
- Jeringas de baja resistencia (cristal o plástico).

Técnica neuroestimulativa

Neuroestimulador

El neuroestimulador debe ser un generador de impulsos eléctricos breves (50-100 ms) de forma cuadrada, con una frecuencia de 1-2 Hz, con posibilidad de regular la intensidad de 0 hasta 5 mA, y con una pantalla que nos informe del correcto funcionamiento del estimulador.

Los más utilizados son:

- Stimuplex® HNS11/12 (Braun).
- MultiStim® (Pajunk).
- Polystim® (Polymedic).
- Plexygon® (Vygon).

Agujas

Las agujas para la técnica continua deben ser metálicas, de mayor calibre que las de punción única (G18-G20), con punta atraumática o punta lápiz, y aisladas hasta la punta o recubiertas por una cánula de teflón.

Catéteres

Los catéteres son de poliamida, con un calibre que oscila entre G19-G23, con una longitud mínima de 50 cm, con marcas cada 5 cm (cada cm para los 10 primeros), y siendo preferible que nos indiquen cuándo nos hallamos en la punta de la aguja o de la cánula.

Los catéteres estimulantes pueden llevar incrustados hasta la punta el filamento que permitirá la estimulación, también la estimulación se puede realizar por medio de un fiador extraíble que deberá sobresalir de la punta distal del catéter.

El conjunto de aguja y catéter se presenta en forma de *set*, siendo los más habitualmente utilizados:

- Contiplex® (Braun).
- Poliplex® (Polymedic) (catéter estimulante).
- Poliplex® + *stimcath* monopolar (Polymedic) (catéter estimulante).
- Plexulong® (Pajunk).
- Stimulong Plus® (Pajunk) (catéter estimulante).
- Sitmuctah® (Arrow) (catéter estimulante).
- Multiplex® (Vygon).

TÉCNICA

Con las medidas habituales de asepsia para realizar una técnica estéril y con el brazo en abducción de 90-100°, rotación externa y flexión del codo de 90°, procederemos a identificar el latido de la arteria

axilar lo más cerca posible de la axila. Realizaremos un habón cutáneo cefálicamente a la arteria e introduciremos la aguja escogida con una inclinación de 45° y en dirección hacia el hueco axilar. Una vez pasada la piel y la grasa, atravesaremos la aponeurosis neurovascular, momento en que notaremos el clic característico, la pérdida de resistencia, el signo de la aguja anclada y también podremos observar la transmisión del latido arterial a la aguja. A partir de aquí y de la confirmación de hallarnos en el espacio correcto los pasos a realizar dependerán de si nos decidimos por una técnica perivascular o pasamos a la neuroestimulativa.

Perivascular

Confirmada la posición de la aguja por los cuatro signos descritos en el párrafo anterior, la introduciremos tangencialmente a la arteria 1-2 cm y procederemos a la administración de la dosis de anestésico local (AL) prefijada, realizando aspiraciones sistemáticas para comprobar que no estamos dentro de un vaso. Podremos apreciar el reflujo de AL fruto de la elastancia de todo el sistema²⁸.

Durante la administración aplicar una presión digital distalmente a la aguja puede facilitar la difusión proximal de AL.

Una vez finalizada la administración de AL introduciremos el catéter de poliamida entre 5-10 cm o hasta percibir una ligera resistencia. Retiraremos la aguja o cánula, conectaremos el adaptador, colocaremos un filtro antibacteriano de 0,2 µ, comprobaremos el correcto funcionamiento del sistema y que no hayamos entrado en un vaso y lo fijaremos a la piel.

Neuroestimulación

Confirmada la posición de la aguja en el espacio neurovascular, por los signos anteriormente citados, conectaremos el neuroestimulador (1 mA, 1 Hz, 0,3 ms) e iniciamos la búsqueda de la respuesta motora deseada. Una vez hallada la que nos interesa, que suele ser del nervio mediano o del nervio radial, disminuimos la intensidad de la estimulación hasta 0,3-0,5 mA. Confirmada la correcta situación de la aguja, si el sistema es con cánula deberemos retirar la aguja y dejar la cánula.

- Catéter no estimulante: administramos la dosis de AL, realizando presión digital distal y aspiraciones periódicas, y posteriormente por la cánula

introduciremos el catéter, que debe avanzar fácilmente unos 5-10 cm, retiraremos la cánula o la aguja, conectaremos el adaptador, colocaremos un filtro antibacteriano de 0,2 μ , comprobamos el correcto funcionamiento del sistema y lo fijaremos a la piel.

- Catéter estimulante: una vez identificado el nervio que nos interesa administramos 10 ml de suero fisiológico para distender el espacio neurovascular, volvemos a identificar la estimulación nerviosa, retiramos la aguja, y a través de la cánula introduciremos el catéter, que habremos conectado al neuroestimulador, hasta conseguir la respuesta motora anterior. En este momento podemos avanzar con el catéter mientras obtengamos la respuesta motora. En ocasiones deberemos aumentar la intensidad de la estimulación hasta 2 mA puesto que la impedancia del sistema es superior a la de la aguja sola. Una posibilidad, si obtenemos poca respuesta motora, es añadir dextrosa al 5% para facilitar la conductancia. Podremos avanzar el catéter mientras obtengamos estimulación. Es frecuente que la respuesta motora obtenida vaya variando al avanzar el catéter pues progresamos hacia la raíz del plexo y podemos llegar a los fascículos. Una vez obtenida la respuesta que nos interesa volveremos a disminuir la intensidad hasta 0,3-0,5 mA si es posible.

Aceptada la correcta posición de la punta del catéter, iniciamos la administración de AL por el adaptador y podremos apreciar la desaparición de la repuesta al estímulo. Finalizada la administración de AL desconectamos el adaptador, retiramos la cánula, conectamos de nuevo el adaptador, interponemos un filtro antibacteriano y fijamos el catéter a la piel.

Un punto de discusión importante ha sido el determinar hasta dónde hay que intentar introducir el catéter, especialmente en las técnicas no neuroestimulativas. Algunos autores^{28,29} preconizan una introducción importante del catéter, 20 cm, para intentar dejarlo lo más cerca posible de la zona infraclavicular, en la zona de los fascículos. La mayoría de autores sugieren de 5-10 cm³⁰⁻³⁵, puesto que la posibilidad de formación de bucles o acodamientos, que con una introducción corta ya es hasta del 30%, puede llegar al 62% al pasar de los 8 cm³⁵. Sólo conseguiremos disminuir la incidencia de formación de bucles si utilizamos un catéter con fiador metálico, pero a su vez veremos aumentada la posibilidad de que el catéter se salga del espacio neurovascular, que puede ocurrir hasta en el 26%

de las ocasiones, mientras que sin fiador la posibilidades son del 13%³⁵.

FÁRMACOS

El anestésico más estudiado³⁶⁻⁴⁰ y más ampliamente utilizado es la bupivacaína al 0,125-0,25% con o sin adrenalina al 1/200.000, a una dosificación de 0,25-0,30 mg/kg/h, que equivale a 4-8 ml/h cuando lo utilizamos en perfusión continuada. También podemos administrarlo en forma de *bolus*: 10-12 ml/4-6 h.

La ropivacaína está reemplazando a la bupivacaína por su efecto separado entre bloqueo motor y sensitivo, administrándose a una concentración del 0,125-0,2% y en forma de infusión continua, 5-10 ml/h o *bolus*, 10 ml/1-4 h^{38,41-44}.

Para la levobupivacaína, anestésico local del futuro, sólo hay una referencia⁴⁵, presentando los autores buenos resultados al administrarla al 0,125% (0,2 μ g/kg/h) (10-15 ml/h).

Si hace unos años parecía que la administración de AL en forma de perfusión continuada frente a los *bolus* era la más interesante para evitar sobredosificación y exceso de parálisis motora⁴⁶, en la actualidad parece que está demostrándose que la mayor eficacia con el mínimo de efectos secundarios se consigue con la administración del anestésico local por medio de auto-*bolus* administrados por el propio paciente^{38,43}, práctica que Rawal⁴⁴ ha conseguido implementar en cirugía ambulatoria y con los pacientes en su domicilio.

La posibilidad de añadir coadyuvantes como los opioides para mejorar la calidad analgésica es un tema que aún está en plena controversia para la práctica de bloqueos anestésicos con dosis única⁴⁷, por lo que no se pueden aportar datos interesantes sobre este punto en la administración de forma continuada aparte de los comunicados por Wajima, et al.⁴⁸⁻⁵⁰, que utilizan butorfanol, fármaco no presente en nuestra farmacopea, añadido a mepivacaína.

EFFECTOS SECUNDARIOS Y COMPLICACIONES

Inflamación/dolor en el punto de entrada

La bupivacaína a nivel muscular es tóxica⁵¹, pudiendo provocar necrosis, que se manifestará clíni-

camente con signos inflamatorios (enrojecimiento, tumefacción y dolor) que desaparecerán al cesar la administración de AL. Así pues, la acumulación de bupivacaína fuera del espacio perivascular, en la zona extrafascicular, puede ser la causa de las molestias inflamatorias de los catéteres³². En revisiones actuales sobre grandes series de catéteres^{52,53} su presencia oscila entre el 1,3-3%.

Infección del punto de entrada

No es una incidencia habitual, pero que hemos de tener presente por la posible gravedad del cuadro. La mayoría de autores que han realizado cultivos de la punta del catéter obtienen resultados negativos⁵⁴⁻⁵⁶. Gaumann, et al.² y Bernard, et al.⁵² informan de cultivos positivos en un 28% de sus pacientes, y Stinson, et al.³³ afirman que es al sobrepasar el cuarto día de infusión cuando aparece la colonización. Los cuadros clínicos de infección sólo se manifiestan en el 0,7% de los pacientes en los autores anteriormente citados, al igual que en los resultados presentados por Morros, et al.⁵³ en 2002. La diferencia entre cultivos positivos y presencia de infección probablemente sea debida al efecto bacteriostático de la bupivacaína, que parece ser máximo a la concentración del 0,25%⁵⁷.

Nuestra recomendación, al tratarse como de una prótesis implantada, aunque sea temporalmente, es utilizar un antibiótico a dosis profilácticas (cefazolina 1-2 g, tres dosis) y exacerbar las medidas de asepsia.

En caso de presentarse un infección deberíamos retirar el catéter, cultivar su punta, desbridar quirúrgicamente la zona infectada e iniciar antibioticoterapia de forma empírica para después adaptarnos al antibiograma.

Hematoma axilar

Si la punción vascular, que puede dar lugar a la formación de un hematoma, es una incidencia relativamente presente en las técnicas de punción múltiple y que en recientes estudios⁵⁸⁻⁶¹ oscila entre el 4-20%, parece que se halla mucho menos presente en la técnica continua, 0,8%⁶², puesto que la técnica se realiza más cuidadosamente.

Deberemos prestar especial atención al estado vascular de la extremidad, valorando oportunamente cualquier variación de la irrigación periférica. Si es preciso podemos realizar una ecografía a nivel axilar

para evaluar la posible formación de un aneurisma a nivel vascular.

PARESTESIAS RESIDUALES

Su aparición también suele ser poco habitual y suele ser causada por una afectación nerviosa al localizar el plexo braquial. Su presencia oscila entre el 0,9-3%^{53,62,63}. Su resolución suele ser espontánea en 2-4 semanas y excepcionalmente podrá superar los 3 meses.

Bergman, et al.⁶⁴ han llegado a la conclusión, después de revisar 405 catéteres axilares, que la incidencia de complicaciones neurológicas (0,5%) no es superior a la observada en aquellos pacientes que recibieron una punción única con aguja de pequeño calibre.

Vista la baja incidencia de posibles complicaciones, la utilización de un catéter axilar parece una técnica segura y de bajo riesgo yatrogénico.

CONTRAINDICACIONES

Básicamente no difieren de las habituales para todas las técnicas de anestesia locorreional.

- No aceptación de la técnica por parte del paciente.
- Infección local en la zona de punción.
- Coagulopatías.
- Alergia o hipersensibilidad a los anestésicos locales empleados.
- Incapacidad de entender los mecanismos de funcionamiento de los aparatos que debemos emplear en el caso de autoadministración de *bolus* por el paciente.

SITUACIONES CLÍNICAS

¿La ecografía aportará algún soporte a la colocación de los catéteres?

Parece claro que el futuro de la anestesia locorreional pasa por la utilización del ecógrafo para facilitar la identificación de las estructuras anatómicas y guiar la punción que realicemos. Un proble-

ma que está presente es el de las características ecogénicas del material que utilizamos, pensado para la neuroestimulación y no para la ecografía, lo que hace que sea difícilmente visible. En el caso que nos ocupa, que son los catéteres, Pérez-Cuenca, et al.⁶⁵ han mostrado que los catéteres más visibles a la ecografía son aquellos que se acompañan de un estilete metálico, ya sea incrustado o extraíble, para poder estimular a través de ellos. El principal problema es la dificultad en seguir el trayecto del catéter con el ecógrafo al progresar aquél hacia el hueco axilar.

Control de calidad del catéter

En este apartado se incluye el control de la eficacia del catéter valorando el grado de analgesia.

Antes de centrarnos en el tema cabe recordar que, siempre que indiquemos una analgesia postoperatoria por medio de un catéter axilar en el PB, debemos pautar una analgesia de rescate para nuestro paciente por varias razones: puede ser insuficiente la dosis, el catéter puede haberse salido del espacio neurovascular, alguno de los componentes del sistema puede estropearse, pensemos que probablemente nuestro paciente habrá sufrido alguna otra contusión o traumatismo y además habrá sido intervenido quirúrgicamente durante un periodo relativamente largo de tiempo, lo que le ocasionará dolores leves osteomusculares de forma generalizada, aunque especialmente a nivel de la columna dorsolumbar.

Para valorar la eficacia del catéter básicamente tenemos dos sistemas: la evaluación del nivel de dolor por medio de una escala visual y analógica, y por el control del consumo de analgesia complementaria que haya realizado nuestro paciente.

En los más recientes estudios^{39,40,44} y revisiones^{53,62,64} los valores de EVA suelen hallarse entre 2-3, pero en todos ellos la utilización de analgesia complementaria es elevada, oscilando entre el 36-55%.

A la vista de los resultados comunicados se impone una pauta de anestésico local por catéter (bupivacaína, ropivacaína) complementada con analgésicos por vía oral, recomendándose aquellos que tengan cierto efecto antiinflamatorio (diclofenaco, ibuprofeno, metami-zol...) y dejando como rescate un analgésico más puro de menor o mayor potencia (paracetamol, tramadol).

Duración del catéter

Para el postoperatorio de cirugía de la extremidad superior la permanencia habitual, al revisar grandes

series, de un catéter colocado por vía axilar es de 54-66 h^{53,62,64,66}, aunque podemos encontrar referencias⁴⁰ que pueden alargar su permanencia, sin aplicar los criterios utilizados en el dolor crónico (tunelización del catéter), hasta 64 días.

Salida de AL por el punto de entrada del catéter

Es una incidencia que suele presentarse puesto que el catéter siempre pasa por una cánula o aguja de mayor calibre, por lo que al retirar ésta siempre quedará un agujero de diámetro ligeramente mayor que el tamaño del catéter. Si administramos un volumen ligeramente elevado de AL la *compliance* del espacio neurovascular puede hacer refluir el AL. Hemos de controlar que esta fuga de AL no sea muy importante, pues podría ser la responsable de la disminución de la eficacia del sistema.

Fijación del catéter

Si calculamos que el catéter sólo será operativo una 24 h podemos fijarlo con cintas adhesivas, pero si se presupone una mayor duración deberemos fijarlo con un punto de sutura (como si fuera un redón). Si pretendemos que el catéter permanezca más de 5 días ya deberíamos pensar en tunelizarlo al menos unos centímetros^{26,27}.

Lo ideal es recubrirlo con una apósito transparente que facilitará su inspección diaria en búsqueda de hematomas o signos flogísticos.

Disminución o pérdida de eficacia analgésica

Si apreciamos una disminución progresiva de la eficacia debemos pensar que nos hallamos ante un fenómeno de taquifilaxia, por lo que aumentaremos la dosificación de AL.

Si la pérdida de eficacia es brusca, lo más probable es que la punta del catéter haya salido del espacio neurovascular. La práctica de una radiografía del hombro, habiendo administrado previamente contraste yodado hidrosoluble, puede ser útil para identificar la posición del catéter. Esta medida parece ser útil^{53,67}, aunque recientes estudios ponen en duda su especificidad⁶⁸.

Si hemos colocado un catéter con punta estimulante podemos intentar recolocar el catéter con la ayuda del neuroestimulador, retirando lentamente el catéter hasta obtener de nuevo una respuesta motora.

Visita diaria

Debemos visitar a nuestros pacientes diariamente para comprobar el correcto funcionamiento del sistema y averiguar las pequeñas molestias ocasionadas por exceso o por defecto. Esta afirmación que parece pueril por obvia reviste especial importancia durante el fin de semana y en centros donde haya una gran dispersión de pacientes. La creación y buen funcionamiento de las unidades de dolor agudo han resuelto en parte esta situación.

Curas de enfermería

La zona del apósito deberá estar en buenas condiciones, lo que puede obligar, si hace falta, a una cura diaria. Si el apósito permanece en relativas buenas condiciones el consejo es no tocarlo mucho, puesto que una excesiva manipulación del sistema facilita su salida.

BIBLIOGRAFÍA

- Selander D. Catheter technique in axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 1977;21:324-9.
- Gaumann DM, Lennon RL, Wedel DJ. Continuous axillary block for postoperative pain management. *Reg Anesth* 1988;13:77-82.
- Ribera MA. Bloqueo del plexo braquial por vía axilar en el tratamiento del dolor. *Dolor* 1999;14:23-33.
- Berger JL, Nimier M, Desmots JM. Continuous axillary plexus block in the treatment of accidental intraarterial injection of cocaine. *N Engl J Med* 1988;319:930.
- Cross GD, Porter JM. Blood flow in the upper limb during brachial plexus anaesthesia. *Anaesthesia* 1988;43:323-6.
- Camprubí I, García-Huete L, Sabate A, Bartolomé C, Cochs J. Utilización del bloqueo perivascular axilar del plexo braquial mediante catéter como tratamiento de la inyección accidental intraarterial de fármacos. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1989;36:167-70.
- Reading M. A new method of anesthesia of the upper extremity. *Presse Med* 1921;29:294-6.
- Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983;59:117-22.
- Vester-Andersen T, Broby-Johansen U, Bro-Rasmussen F. Perivascular axillary block VI: the distribution of gelatine solution injected into the axillary neurovascular sheath of cadavers. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;30:18-22.
- Partridge BL, Katz J, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987;66:743-7.
- Beck H, Lieser W, Dziadzka A, Schulte AM, Esch J. Axillary block of the brachial plexus: a new anatomical view of fat and septa distribution and the clinical relevancy. *Reg Anesth* 1990;15:1-51.
- Ansbro FP. A method of continuous brachial plexus block. *Am J Surg* 1946;71:716-22.
- Vidal F. Nuestra técnica en el bloqueo del plexo braquial por vía axilar. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1975;23 Suppl III:1000-8.
- Winnie AP, Collins VJ. The subclavian perivascular technique of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964;62:215-7.
- Rosenblatt R, Pepitone-Rockwell F, McKillop MJ. Continuous axillary analgesia for traumatic hand injury. *Anesthesiology* 1979;51:565-6.
- Mocavero G, Simoniti P, Ditri L, Dolhar R. Bloc du plexus brachial au moyen d'un cathéter court en teflon. *Anesth Analg et Réanim* 1981;38:575.
- Matsuda M, Kato N, Hosoi M. Continuous brachial plexus block for replantation in the upper extremity. *The Hand* 1982;14:129-33.
- Sada T, Kobayashi T, Murakami S. Continuous axillary brachial plexus block. *Can Anaesth Soc J* 1983;30:201-5.
- Niemkin RJ, May JW, Roberts J, Sunder N. Continuous axillary block through an indwelling teflon catheter. *J Hand Surg* 1984;9:830-3.
- Dyson A, Henderson M. Continuous axillary brachial plexus blockade following intraarterial injection of nicotinic acid. *Anesth Intens Care* 1987;15:462-5.
- Lee VC, Abram SE. Continuous brachial plexus anesthesia. Axillary sheath cannulation using a spinal needle-intravenous catheter combination. *Reg Anesth* 1987;12:139-42.
- Büttner J, Klose A. Continuous axillary plexus block: a prospective evaluation of 1113 cases. *Reg Anesth* 1988;2:60.
- McKay WR, Yuan SS, Liu D. New catheter for continuous axillary plexus block. Preliminary report. *Reg Anesth* 1988;2:61.
- Kick O, Blanche E, Pham-Dang C, Pinaud M, Estebe JP. A new stimulating stylet for immediate control of catheter tip position in continuous peripheral nerve blocks. *Anesth Analg* 1999;83:533-4.
- Copeland SJ, Laxton MA. A new stimulating catheter for continuous peripheral nerve blocks. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:589-90.
- Aguilar JL, Domingo V, Samper D, Roca G, Vidal F. Long-term brachial plexus anesthesia using a subcutaneous implantable injection system. *Reg Anesth* 1995;20:242-5.
- Ribera MV, Golanó P, Suso S, Jornet-Ballo M. Bases anatómicas del bloqueo axilar continuo del plexo braquial con reservorio torácico. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1998;45:141-7.
- Lennon RL, Linstromberg JW. Brachial plexus anesthesia and axillary sheath elastance. *Anesth Analg* 1983;62:215-7.
- Krebs P. The high continuous axillary brachial plexus block. Comparison of a new method with the perivascular axillary brachial plexus block. *Regional-Anaesthesie* 1987;10:1-15.
- Mehler D, Otten B. A new set of catheters for continuous axillary plexus block. *Regional-Anaesthesie* 1983;6:43-6.
- Plancarte R, Amescua C, Marron M, San Miguel P, Aldrete JA. Continuous brachial plexus block introducing catheters through a Tuohy in the axilla. *Anesthesiology* 1987;67:3-287.
- De Andrés JA, Bolinches R, Vila M, Serrano MT. Bloqueo continuo del plexo braquial con neuroestimulación. Control intra y postoperatorio en la cirugía ortopédica del miembro superior. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1989;36:189-201.
- Stinson LW Jr, Lennon RL, Adams RA, Morrey BF. The technique and efficacy of axillary catheter analgesia as an adjunct to distraction elbow arthroplasty: a new study. *J Shoulder Elbow Surgery* 1993;4:182-9.
- Pham-Dang CH, Meunier JF, Poirier P, Kick O, Bourrelly B, Touchais S. A new axillary approach for continuous brachial plexus block. A clinical and anatomic study. *Anesth Analg* 1995;81:686-93.
- Morros C, Pérez M.aD, Cedó F. Cateterismo del plexo braquial por vía axilar. Estudio radiológico comparativo de diferentes longitudes de introducción del catéter. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1997;44:51-155.
- Rosemberg PH, Pere P, Hekali R, Tuominen M. Plasma concentrations of bupivacaine and two of its metabolites during continuous interscalene brachial plexus block. *Br J Anaesth* 1991;66:25-30.
- Pere P. The effect of continuous interscalene brachial plexus block with 0.125% bupivacaine plus fentanyl on diaphragmatic motility and ventilatory function. *Reg Anesth* 1993;18:93-7.
- Mezzatesta JP, Scott DA, Schweitzer SA, Selander DE. Continuous axillary brachial plexus block for postoperative pain relief. *Reg Anesth* 1997;22:357-62.
- Iskandar H, Rakotondriamihary S, Dixmérias F, Binje B, Maurette P. Analgésie par bloc axillaire continu après chirurgie des traumatismes graves de la main: auto-administration versus injection continue. *Ann Fr Anesth Réanim* 1998;17:1099-103.
- Matuszczak M, Gebhard R, Schmitz, Doehn M. Continuous axillary block for effective long-term postoperative analgesia. *The Internet Journal of Anesthesiology* 2000;4-1.
- Lierz P, Schroegendorfer K, Choi S, Felleiter P, Kress HG. Continuous blockade of both brachial plexus with ropivacaine in phantom pain: a case report. *Pain* 1998;78:135-7.
- Salonen M, Haasio J, Bachmann M, Xu M, Rosenberg PH. Evaluation of efficacy and plasma concentrations of ropivacaine in continuous axillary brachial plexus block: high dose for surgical anesthesia and low dose for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:47-51.
- Mak P, Tsui SL, Ip WY, Irwin MG. Brachial plexus infusion of ropivacaine with patient-controlled supplementation. *Can J Anesth* 2000;47:903-6.
- Rawal N, Allvin R, Axelsson K, et al. Patient-controlled regional analgesia (PCRA) at home. *Anesthesiology* 2002;96:1290-6.
- Gabopoulou Z, Mayrommati P, Vasilaki M, Papadimos C, Petsikopoulos M, Velmouchou K. Levobupivacaine for continuous axillary brachial plexus block (CABPB) in microsurgery for surgical anaesthesia and postoperative analgesia. *International Monitor* 2002;14:2-17.

46. Gómez-Muñoz C, Ortega JP, Muñoz L, García-Enguita MA, Arauzo P, Urieta A. Bloqueo continuo del plexo braquial: analgesia vs confort postoperatorio. *Rev Soc Esp Dolor* 1996;3:411-5.
47. Murphy D, McCartney C, Chan V. Novel analgesic adjuncts for brachial plexus block: a systematic review. *Anesth Analg* 2000;90:1122-8.
48. Wajima Z, Nakajima Y, Kim C, et al. IV compared with brachial plexus infusion of butorphanol for postoperative analgesia. *Br J Anaesth* 1995;74:392-5.
49. Wajima Z, Shitara T, Nakajima Y, et al. Comparison of continuous brachial plexus infusion of butorphanol, mepivacaine and mepivacaine-butorphanol mixtures for postoperative analgesia. *Br J Anaesth* 1995;74:548-51.
50. Wajima Z, Shitara T, Nakajima Y, et al. Continuous brachial plexus infusion of butorphanol-mepivacaine mixtures for analgesia after upper extremity surgery. *Br J Anaesth* 1997;78:83-5.
51. Pere P, Watanabe H, Pitkänen M, Wahlström T, Rosenberg PH. Local myotoxicity of bupivacaine in rabbits after continuous supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth* 1993;18:304-7.
52. Bernard N, Pirat P, Branchereau S, et al. Suivi multicentrique prospectif des effets adverses d'ordre infectieux sur 1416 blocs nerveux périphériques continus. *Ann Fr Anesth Réanim* 2002;21:2-R076.
53. Morros C, Pérez-Cuenca M.aD, Cedó E, Dubrot I, Bueno J, Colls C. Analgesia de la extremidad superior. Revisión de 1.017 catéteres (axilares, escalenos, infraclaviculares). *Rev Soc Esp Dolor* 2002;9: S2-26.
54. Pulcini A, Berre P, Macchi P, Roger-Clément R, Lebreton E, Maestracci P. Technique du bloc plexique prolongué par voie axillaire. *Ann Fr Anesth Réanim* 1982;1:551-3.
55. Haynsworth RF, Heavner JE, Gabor B, Racz MB. Continuous brachial plexus blockade using an axillary catheter for treatment of accidental intraarterial injections. *Reg Anesth* 1985;10:187-90.
56. Hall JA, Wedel DJ, Lennon RL. Axillary catheter technique for brachial plexus blockade in upper extremity surgery. *Reg Anesth* 1990;15:46.
57. Roseberg PH, Renkonen O. Antimicrobial activity of bupivacaine and morphine. *Anesthesiology* 1985;62:178-9.
58. Koscielniak-Nielsen ZJ, Hesselbjerg L, Fejlberg V. Comparison of transarterial and multiple nerve stimulation techniques for an initial axillary block by 45 ml of mepivacaine 1% with adrenaline. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998;42:570-5.
59. Serradell Catalán A, Moncho Rodríguez JM, Santos Carnés JA, Herrero Carbó R, Villanueva Ferrer JA, Masdeu Castellví J. Anestesia de plexo braquial por vía axilar. ¿Cuántas respuestas buscamos con neuroestimulación? *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 2001;48:356-63.
60. Sia S, Bartoli M. Selective ulnar nerve localization is not essential for axillary brachial plexus block using a multiple nerve stimulation technique. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:12-6.
61. Morros C, Pérez M.aD, Cedó F. Cateterismo del plexo braquial por vía axilar. Incidencias y complicaciones. *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 1997;44:S1-155.
62. Hebl JR, Bergman BD, Horlocker TT. Continuous axillary catheters and neurological injury. *International Monitor* 2002;14:2-47.
63. Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F, Benz C. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875-80.
64. Bergman BD, Hebl JR, Kent J, Horlocker TT. Neurologic complications of 405 consecutive continuous axillary catheters. *Anesth Analg* 2003;96:247-52.
65. Pérez-Cuenca MD, Morros-Viñoles C, Sala-Blanch X, Cedó-Vallobá F. Visión ecográfica experimental de diferentes agujas y catéteres utilizados en el bloqueo continuo del plexo braquial. Abstracts XII ESRA local meeting 2006 (en imprenta).
66. Pirat P, Branchereau S, Bernard N, et al. Suivi prospectif des effets adverses non infectieux aux blocs nerveux périphériques continus à propos de 1416 patients. *Ann Fr Anesth Réanim* 2002;21:2-R010.
67. Roldán J, Cano J, Lorente L, Sorribes V, Mulas D, Mas Marfany J. Colocación de catéteres para bloqueo continuo del plexo braquial utilizando la técnica de neuroestimulación. *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 1997;44:1-154.
68. Iglesias P, Roldán J, Aguinaga A, Pardiña A, Vilanova F, Villar Landeira JM. Evaluación de la radiografía simple con contraste para confirmar la correcta implantación de un catéter en el plexo braquial. *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 2001;48:1-85.