

REVISIÓN

Recibido: Mayo 2013. Aceptado: Junio 2013

Anestesia regional en el paciente bajo anestesia general: ¿es una práctica segura?

Regional anesthesia in patients under general anesthesia. Is it a safe practice?

L. F. Valdés-Vilches y M. Caballero-Domínguez

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Hospital Costa del Sol. Marbella

Autor para correspondencia: lvaldes01@gmail.com

RESUMEN

Las técnicas basadas en la infiltración de anestésicos locales o en su administración mediante bloqueos nerviosos son, en la actualidad, una de las prácticas clínicas más empleadas en las unidades de cirugía mayor ambulatoria. Aportan una óptima analgesia postoperatoria y reducen la estancia al favorecer una rápida recuperación, tanto en las unidades de recuperación postoperatoria de pacientes ingresados como en las unidades de cirugía sin ingreso. Con el objetivo de aumentar el confort, son muchos los anestesiólogos que realizan técnicas anestésicas regionales con el paciente bajo una sedación profunda o anestesia general. El empleo de una técnica depurada, junto con la adquisición de amplios conocimientos anatómicos son, con plena certeza, factores primordiales a la hora de realizar una práctica segura de anestesia regional.

En este artículo realizamos una revisión de la bibliografía existente, analizamos e intentamos esclarecer la seguridad e idoneidad de realizar una técnica anestésica regional con o sin asociación a anestesia general y, si el empleo de nuevas tecnologías, la guía ecográfica aporta mayor éxito y una menor incidencia de complicaciones mayores asociadas a la técnica, como son la lesión nerviosa y la toxicidad sistémica por anestésico local.

Palabras clave: anestesia regional, anestesia local, complicaciones, anestésicos locales, toxicidad, guía ecográfica.

ABSTRACT

Regional anaesthesia is nowadays considered as one of the most commonly used techniques in day case surgery. Those techniques, provide optimal surgical analgesia, allow a reduction in patient discharge time, and improve time to functional recovery. In order to improve patient comfort, many anaesthesiologists perform regional anaesthetic techniques under deep sedation or general anaesthesia. Certainly, a deep anatomical knowledge and a flawless technique are fundamental at the time to safely perform regional anaesthesia.

In this article we perform a thorough review of the current literature with the aim to analyse the safety and usefulness of the association of regional anaesthesia and general anaesthesia, and to establish whether the use of new technology like ultrasound scan, brings or not an increased success rate, and a reduced regional anaesthesia related complication rate, as nerve injury and local anaesthetic toxicity.

Key words: Regional anaesthesia, complications, ultrasound guide, local anesthetic, toxicity.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de anestesia regional (AR) se han erigido en un componente vital de la calidad en cirugía mayor ambulatoria (CMA). Suponen una parte imprescindible de la analgesia multimodal, son básicas para procurar una analgesia adecuada, ya que permiten un control analgésico óptimo al alta, con un fácil y seguro seguimiento domiciliario. Asimismo, han demostrado una mejora en la capacidad funcional del paciente (1-3). La adquisición de estos conceptos, junto al desarrollo tecnológico con nuevos diseños de agujas, el desarrollo de las técnicas ecoguiadas y el empleo de nuevos anestésicos locales han popularizado en la última década las técnicas regionales en CMA.

En el marco de la cirugía ambulatoria, es importante evitar las experiencias desagradables e intentar minimizar la agresión percibida por el paciente. Esta faceta ha traído consigo la publicación de amplias series de bloqueos realizados bajo anestesia general (4), así como otras donde se recoge esta práctica como la habitual entre amplios grupos de anesthesiólogos (5). Estos hechos hacen que, en los últimos años, se replantee la AR en el paciente bajo anestesia general o sedación profunda como una opción plausible y, según algunos autores, sin que ello suponga un mayor riesgo para el paciente.

Por otro lado, de forma clásica, como queda recogido en numerosos libros y tratados de anestesiología, las recomendaciones para una práctica clínica segura indican realizar la práctica totalidad de las técnicas de anestesia regional bajo sedación consciente. Esto es, con el paciente en situación de identificar y manifestar sensaciones que el anesthesiólogo pueda considerar como anómalas: parestias, dolor a la inyección, gusto metálico, cefalea, alteraciones visuales o auditivas, convulsiones, etc. Esta práctica, argumentan, permite la identificación precoz de complicaciones potencialmente graves, como son la toxicidad sistémica de los anestésicos locales y la lesión nerviosa secundaria a la técnica, limitando así las consecuencias de la complicación (6,7).

Por tanto, en el marco de la anestesia regional, un punto que genera bastante polémica es la idoneidad o no de la realización de técnicas de AR en pacientes sometidos a una anestesia general o a una sedación profunda.

Hay una gran limitación de las recomendaciones recogidas en la literatura. Esta viene dada por la baja tasa que tienen las complicaciones mayores, lesión nerviosa permanente, toxicidad sistémica de anestésico local, que oscila entre 1-4:10.000 para la lesión nerviosa permanente (8-10) y 1,8-20:10.000 en el caso de la toxicidad sistémica (11,12). Estas tasas, unidas al hecho que las publicaciones referidas a complicaciones y resultados negativos son claramente inferiores a las positivas, traen como consecuencia que

la práctica totalidad de las recomendaciones se basen en comunicaciones de casos aislados. No hay estudios prospectivos, doble ciego ni randomizados, quedando estas limitadas a opiniones y, en el mejor de los casos, a recomendaciones de comités de expertos (13).

Como complejidad añadida, se da la incongruencia de que la comunidad científica acepta de forma prácticamente unánime la práctica de técnicas de AR en el paciente anestesiado para la población pediátrica y, sin embargo, cuando esta se realiza en el adulto, genera una gran polémica e incluso llega a tildarse de mala praxis. A nuestro juicio, es difícil demostrar tal diferencia de riesgo entre ambas poblaciones.

La mayoría de ventajas que aducen los partidarios de realizar las técnicas de anestesia regional bajo anestesia general son que aporta una mayor aceptación por parte del paciente, le evitan una experiencia que puede ser traumática y dolorosa, y abolir los movimientos que pudiera hacer durante la realización de la técnica, con la consiguiente disminución de movimientos incontrolados de la aguja que pudieran provocar una lesión nerviosa mecánica. Según otros autores (a los que nos suscribimos) estas hipotéticas ventajas se pueden obtener igualmente mediante la realización de una ansiólisis ajustada a cada paciente, con analgesia adecuada a cada técnica de AR y previa explicación cuidadosa al paciente del procedimiento al que se va a someter (13-15).

A continuación se expone un breve análisis de la situación actual, con pros y contras evidenciados respecto a la AR en paciente bajo anestesia general, enfocado en las complicaciones mayores: la lesión nerviosa y la toxicidad sistémica de anestésico local.

LESIÓN NERVIOSA

Las lesiones nerviosas graves o permanentes debidas a AR son excepcionales y, con frecuencia, secundarias a factores quirúrgicos (8,13-18). Por ello es muy difícil establecer conclusiones científicamente válidas acerca de la influencia de la sedación profunda/anestesia general en la aparición de lesiones nerviosas. De hecho, un reciente estudio de cohortes con más de 1.500 casos no ha podido confirmar la hipótesis de que el empleo de un bloqueo interescafélico en la artroplastia total de hombro aumente el riesgo de lesión nerviosa peroperatoria (19).

Nervio periférico

La mayoría de las lesiones nerviosas graves secundarias a bloqueos nerviosos de la extremidad superior publica-

das en la literatura están realizadas sobre pacientes anestesiados y bajo sedación profunda, hecho especialmente remarcado en el caso de las lesiones medulares cervicales tras bloqueos interescalénicos (20-23). El trabajo de Benumof (21) ha hecho que casi todas las recomendaciones de las distintas sociedades y comités de expertos desaconsejen la realización de bloqueos interescalénicos en pacientes bajo anestesia general o sedación profunda, tanto en la población adulta como en la pediátrica (20,13). Hay otros autores que disienten, como Bogdanov y cols. (4) que recogen una serie amplia de bloqueos interescalénicos bajo anestesia general y sin lesión nerviosa alguna. Concluyen que, más que la realización bajo anestesia general, el factor primordial para la seguridad es el empleo de una técnica segura: agujas cortas, orientación caudal, experiencia y amplio conocimiento anatómico y de la técnica. Sus detractores argumentan que, dado que la tasa de lesión nerviosa es muy baja, su serie es demasiado pequeña para obtener significación estadística.

Los nervios están formados por los axones, unidad nerviosa funcional. Estos están inmersos en un tejido conectivo denominado endoneuro. Todo este conjunto se engloba por el perineuro, que actúa como barrera protectora. El perineuro, al envolver los axones y al endoneuro, forma estructuras cilíndricas denominadas fascículos que se interconectan entre sí a lo largo de la estructura nerviosa. Alrededor de los fascículos encontramos un tejido fibroadiposo protector denominado epineuro, diferenciando entre el interfascicular y el epineuro externo. Por sus consecuencias clínicas, se deben distinguir entre dos tipos de lesiones: dentro del tejido epineural, sin afectar a los fascículos y que podría no asociarse a lesión nerviosa; y la inyección intrafascicular, que provocaría lesión axonal y del perineuro, dando lugar a la lesión neurológica (24). Hay trabajos sobre el nervio ciático a nivel poplíteo que señalan un hipotético bajo riesgo de lesión neuronal al realizar una inyección a nivel epineural (25-27). Esto, que por su peculiar anatomía puede resultar seguro a nivel del nervio ciático, no puede ser extrapolable al resto de nervios periféricos, pues la arquitectura nerviosa varía de nervio a nervio y también, según su localización, dentro de un mismo nervio (Fig. 1) (28).

La distinta anatomía a nivel interescalénico, en las raíces del plexo, donde aún no se han formado los fascículos nerviosos y donde la ratio tejido neural/epineural es alta (1:1) comparada con la del nervio periférico (1:2-1:3) hace que sea una localización especialmente vulnerable. Además, la técnica de Winnie (29), con una inserción de la aguja a nivel del cartílago cricoides y dirigida medial, discretamente caudal y posterior, si no se usa una técnica precisa y, sobre todo, si se emplean agujas excesivamente largas (más de 3-3,5 cm) presenta riesgo de realizar un bloqueo central tras acceder por error a través de un agujero de conjunción. En la actualidad, se recomienda un abordaje cuyo

punto de punción se sitúe a nivel del surco interescalénico, inferior al clásico de Winnie, con una orientación de la aguja mucho más caudal y evitando agujas largas, con el fin de disminuir el riesgo de penetrar a través de un agujero de conjunción (4,30).

Un argumento esgrimido para evitar la realización de técnicas de AR con el paciente anestesiado es la imposibilidad de detectar parestesias y/o dolor a la inyección. Síntomas que, según artículos centrados en complicaciones, se refieren como presentes en los bloqueos en los que con posterioridad ha aparecido una lesión nerviosa (8). Sin embargo, hay otros trabajos del mismo tipo, en los que no se demuestra esta asociación (31). Perlas y cols. (32) estudian, mediante evaluación ecográfica, la sensibilidad de la parestesia y de la respuesta motora a la neuroestimulación como técnicas de localización nerviosa, y encuentran una sensibilidad muy baja de la parestesia para detectar el contacto aguja-nervio, de tan solo el 38,2 %. Resultado corroborado por otros autores (33,34). Además, otro dato que pone en duda su utilidad es el hecho de que la búsqueda de parestesias, como técnica para la realización de bloqueos nerviosos periféricos, se ha realizado durante muchas décadas en miles de pacientes sin presentar una mayor tasa de lesiones nerviosas que las técnicas actuales. De hecho, hasta la fecha actual no se ha podido demostrar una mayor tasa de lesiones nerviosas de una técnica de localización nerviosa respecto a otra (31,35-38).

El desarrollo de la ultrasonografía, pasando desde técnicas a ciegas a la posibilidad de visualizar los distintos nervios, ha puesto de manifiesto que con mucha más frecuencia de lo que se suponía la aguja puede encontrarse intraneural, realizándose así la inyección a este nivel y sin que el paciente manifieste dolor o parestesia alguna (39,40). En estos trabajos, la inyección intraneural no provocó lesiones nerviosas residuales. Parece que la lesión nerviosa asociada a una inyección intraneural está relacionada con una inyección a nivel intrafascicular, lo que generaría presiones altas a la inyección, mientras que esto no ocurriría en las que se realizan a nivel epineural (20,42). A este respecto, la literatura muestra datos controvertidos (43).

Bloqueos centrales

Bromage y Benumof, autores de gran peso científico, a raíz de un caso de paraplejia como complicación tras una técnica epidural bajo anestesia general, contraindican su práctica (44). Sin embargo, desde el año 1996 encontramos artículos en los que se evalúa la realización o no de estas técnicas bajo anestesia general, y son muchos autores los que apoyan su práctica. Los primeros trabajos aparecen referidos a la población pediátrica, dada la poca colaboración de estos pacientes. Así, Giaufre y cols. (45) publican

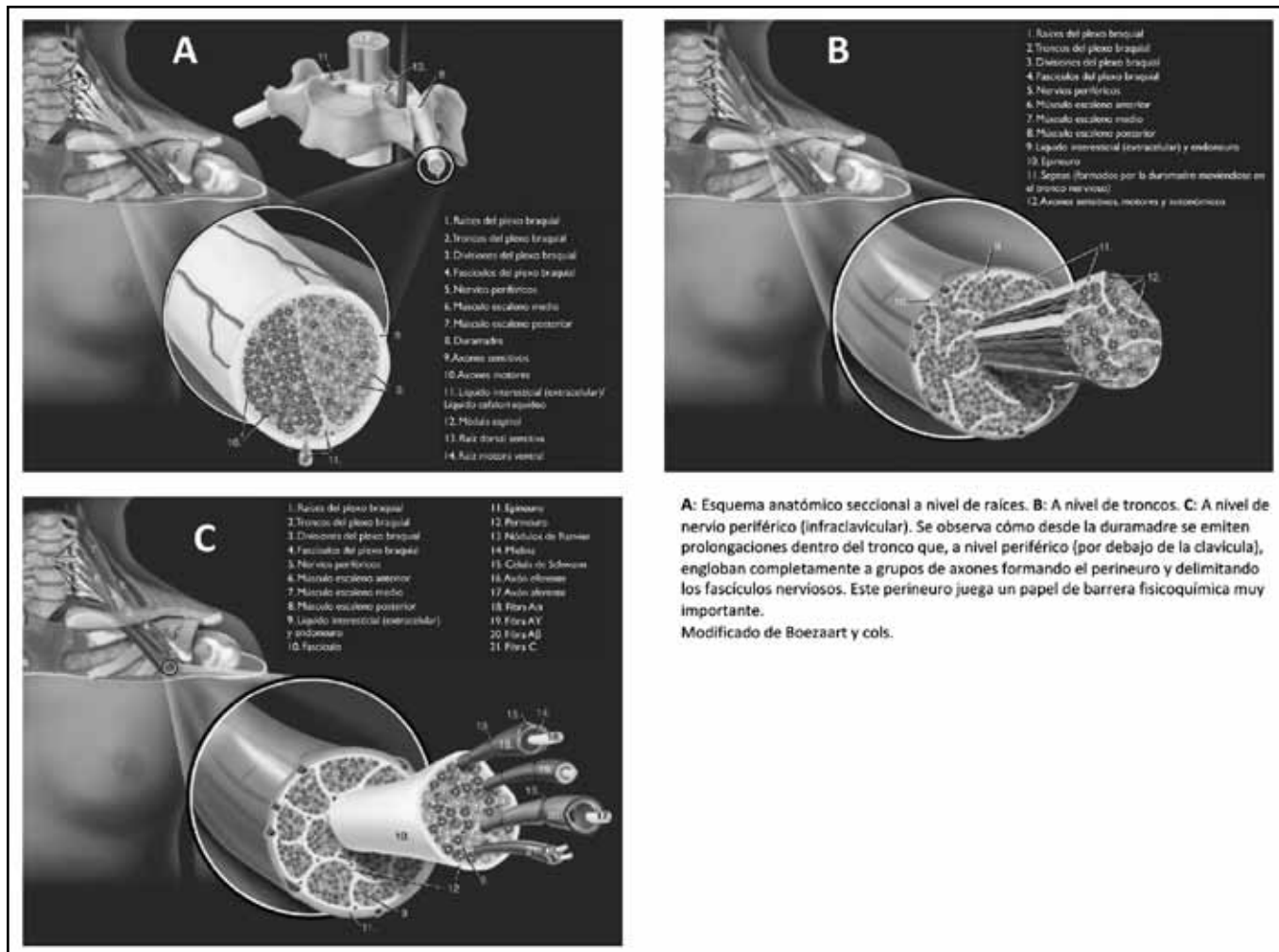


Fig. 1. Microanatomía del nervio periférico a distintos niveles.

un estudio prospectivo acerca de la morbilidad y mortalidad de la AR en niños, con 85.412 pacientes. En él, los bloqueos centrales supusieron el 60 % de todas las técnicas de ALR y en su mayoría fueron realizadas bajo anestesia general. No describen complicaciones neurológicas, salvo 2 casos de parestias, limitadas a menos de 12 horas, y estiman un riesgo muy bajo para la complicación mayor derivada de anestesia neuroaxial junto a anestesia general, en 1,5: 10.000. En esta dirección, Krane y cols. (46) hacen hincapié en las ventajas de la AR en el paciente pediátrico, y cuestionan las conclusiones de Bromage y cols. (44). Recomiendan no generalizar, y ponen de manifiesto la probable presencia de factores causales múltiples que pudieran estar implicados en la etiopatogenia, como la hipotensión arterial presente durante la intervención quirúrgica o la posible entrada de aire hacia algún vaso que comprometiera a la arteria de Adamkiewicz. Es decir, aluden a la causa multifactorial y, probablemente, la parestesia en el pacien-

te despierto no hubiera evitado el incidente. En 2005, Tsui y cols. (47) ponen de manifiesto, al igual que el anterior, que no siempre el daño espinal va precedido de una parestesia y que son muchos los factores que influyen, como el trauma por el catéter, la toxicidad del anestésico local, el hematoma epidural, la isquemia y hipotensión arterial intraoperatoria y que, por tanto, el no poder identificarla no contraindicaría la práctica de una anestesia neuroaxial en el paciente anestesiado. De Vera y cols. (48) en un estudio retrospectivo en el que incluyen a 2.236 pacientes pediátricos sometidos a AR bajo anestesia general no encuentran complicaciones mayores derivadas de la técnica. Es por ello que la consideran una práctica segura, aunque recomiendan la realización de estudios prospectivos para lanzar resultados definitivos.

En cuanto a la población adulta, su práctica no está tan extendida como en la pediátrica. En 2003, Horlocker y cols.

(49) publican un trabajo con 4.298 pacientes, a los que en el 98,2 % les practican una anestesia neuroaxial (catéteres epidurales) bajo anestesia general, sin encontrar lesión neurológica alguna. La gran limitación del trabajo es que el abordaje se realizó solo a nivel lumbar y en el 99 % de los casos el fármaco empleado fue un opioide, solo en un 1 % se administró anestésico local. Estiman la tasa de lesión neurológica mayor, en 8:10.000.

Debido a esta polémica, en 2008 la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Dolor (ASRA) analiza el tema. En base a la evidencia existente hasta la fecha y las recomendaciones de grupos de expertos, intenta establecer recomendaciones respecto a la seguridad de la práctica de ALR bajo anestesia general (13). Inciden en que la sintomatología referida por el paciente constituirá siempre una monitorización más y que existen otros muchos factores que pueden influir en la aparición de una lesión nerviosa. Encuentran un nivel de evidencia bajo para establecer recomendaciones, y únicamente en 3 aspectos un nivel de evidencia clase I (evidencia animal y/o en humanos, y/o acuerdo generalizado de opinión de expertos).

- La potencialidad de la anestesia general y/o sedación profunda de enmascarar los signos de toxicidad sistémica por anestésico local no es una razón válida para contraindicar la ALR en el paciente bajo anestesia general. Aspecto que tratamos más adelante.
- No hay datos que apoyen el concepto de que la neuroestimulación, la guía ecográfica o la monitorización de la presión de inyección reduzcan el riesgo de lesión nerviosa en pacientes sometidos a AR bajo anestesia general. Aunque, en el caso de la ecografía podría ser debido a su corta existencia y en un futuro, la adquisición de más datos podría cambiar la recomendación.
- Dados los casos recogidos en la literatura de lesión de médula espinal tras un bloqueo interescalénico bajo anestesia general desaconsejan esta práctica.

A pesar de no existir evidencia clínica alguna, parece razonable que el hecho de que el paciente esté despierto y pueda comunicar cualquier sensación anómala percibida durante la realización de una técnica de AR, se considere un plus de monitorización en cuanto a seguridad. Aunque hay que tener en consideración que, en la actualidad, no es posible discernir ni cuantificar qué grado de mejora supone en cuanto a seguridad. Es por ello que, por ahora, lo recomendable sea evitar de forma sistemática la realización de técnicas de AR bajo anestesia general, sopesando siempre la posibilidad de una sedación consciente y quedando reservado a los pacientes con escasa o nula colaboración (disminuidos psíquicos, población pediátrica no colaboradora, etc.). Esta recomendación es especialmente importante a nivel de bloqueos interescalénico y del neuroeje, por las posibles (aunque muy raras) consecuencias

catastróficas de alguna de sus complicaciones, como son la lesión medular cervical y la punción e inyección medular respectivamente.

La incorporación de la ecografía nerviosa y la incipiente monitorización de la presión de inyección pueden añadir una mayor seguridad en la AR (20,50,51), de forma que minimicen el papel que pueda desempeñar la anestesia general en la etiopatogenia de la lesión nerviosa que, aunque la práctica cotidiana así parece indicarlo, hoy día no hay estudios que puedan avalar esta hipótesis.

TOXICIDAD SISTÉMICA DEL ANESTÉSICO LOCAL

Constituye la otra complicación mayor que genera polémica acerca la realización de AR bajo anestesia general. Hay que considerar dos aspectos: la debida a una inyección intravascular inadvertida, y la toxicidad por absorción tisular de anestésico local.

En cuanto a la primera, datos de experimentación en animales indican que la aparición de sintomatología de toxicidad aguda neurológica (SNC) y cardiovascular tras inyección intravascular se correlaciona con las concentraciones en el sistema venoso de drenaje de los respectivos órganos (cerebro y corazón) y no con las concentraciones pico a nivel arterial. Mientras esta última se alcanza prácticamente de inmediato, a nivel del drenaje venoso (que corresponde con la concentración pico tisular) la concentración pico se alcanza entre 1 y 3 minutos tras finalizar la inyección (52). Estos datos indican que en la práctica totalidad de las inyecciones intravasculares inadvertidas, los signos de toxicidad a nivel del SNC y cardiovascular aparecen una vez se ha realizado la totalidad de la inyección. Por tanto, no parece que la realización de una técnica de ALR en paciente despierto suponga una ventaja en seguridad en cuanto a la toxicidad del anestésico local, ya que en la práctica habitual la inyección se realiza más rápida. Sí hay evidencia respecto a que prolongar la inyección del anestésico de 1 a 3 minutos disminuye la concentración máxima del mismo en un 40 % (52). El empleo de dosis lentas y fraccionadas, más que disminuir la dosis de anestésico local permite identificar sintomatología indicativa de toxicidad neurológica antes de que se administre la dosis total del mismo.

En estudios de experimentación animal se muestra una elevación de las concentraciones plasmáticas de anestésico local a casi el doble cuando están sometidos a una anestesia general. Esto se debe a la disminución del volumen total de distribución en un 33 % y del aclaramiento en un 53 %. A pesar de ello, se observó cómo los anestésicos locales provocaban convulsiones en los animales conscientes y no manifestaron efectos sobre el SNC de los animales

anestesiados (53). Parece que el empleo de hipnóticos sedantes y anestésicos halogenados eleva significativamente el umbral convulsivo, aumentando el margen de seguridad de los AL respecto a la toxicidad en el SNC (13,54). En cuanto a los efectos cardiovasculares (responsables de las muertes por toxicidad), fueron más llamativos en los animales conscientes, con aparición de taquicardia, hipertensión arterial, ensanchamiento del QRS y arritmias fatales. Aunque también estuvieron presentes en los animales anestesiados, no lo hicieron de modo tan patente. De hecho, ninguno de los animales anestesiado falleció y sí el 50 % en el grupo consciente (53). La anestesia general y sedación profunda parecen por tanto, modular las manifestaciones de la toxicidad cardiovascular, con un efecto protector (13,54).

Los factores identificados como seguros en cuanto a la disminución de la toxicidad sistémica son la aspiración, la inyección fraccionada, control de la dosis total y el empleo de una dosis de prueba (11,52,55). De todos ellos, el más estudiado es el empleo de una dosis de prueba con adrenalina, que parece alcanzar una alta sensibilidad y especificidad en la población adulta, manteniéndose controvertida respecto a la población pediátrica y obstétrica (11). Otro aspecto a tener en cuenta son los factores que pueden influir en los niveles plasmáticos, como son el sitio de inyección, la edad avanzada, la insuficiencia cardiaca, trastornos de la conducción cardiaca, insuficiencia hepática, estados de hipoproteinemia o la acidosis metabólica y respiratoria (56).

Un factor muy importante, más allá de la realización o no de la técnica de AR bajo anestesia general, es la elección adecuada del AL asociado al procedimiento, así como la dosis total y concentración empleada (56). Hay una evidencia creciente de las ventajas que supone el empleo en CMA de AALL de larga duración, tanto en inyección única como en perfusión, consiguiendo una analgesia y satisfacción del paciente claramente superior a los de duración corta. Así, el empleo de los nuevos enantiómeros levógiros, ropivacaína y levobupivacaína, han demostrado un perfil clínico similar a la bupivacaína racémica, con la única particularidad de su diferente potencia, en el orden: bupivacaína racémica > levobupivacaína > ropivacaína. Como ventaja, presentan un potencial tóxico menor que, por un lado, estaría ligado a su liposolubilidad, claramente inferior para la ropivacaína y, por otro, a la toxicidad ligada al enantiómero dextrógiro, debido a su mayor afinidad a bloquear los canales de potasio. Este hecho está más acentuado en el caso de la ropivacaína (57).

En relación con la toxicidad sistémica, no parece existir evidencia alguna para evitar su realización bajo anestesia general. Además, la reciente incorporación de la ecografía, que permite disminuir las dosis y posibilita una

detección precoz de la inyección intravascular añade un factor de seguridad que refuerza esta recomendación. Recientemente, un estudio multicéntrico con 20.021 pacientes a los que se les realizan 25.336 bloqueos nerviosos periféricos (BNP), encuentra una baja tasa de toxicidad por anestésico local, de 0,87 por 1.000 BNP. Identifica como factores de riesgo la localización de la inyección, el tipo de anestésico, la dosis, el peso y la tecnología empleada para realizar el BNP. Así, objetiva un menor riesgo cuando se emplea la guía ecográfica y hace especial hincapié a que el uso de la ecografía puede mejorar la seguridad, ya que se asocia a un menor riesgo de toxicidad por anestésico local (58). Datos similares se recogen en otro estudio prospectivo sobre 12.668 bloqueos nerviosos ecoguiados (59).

CONCLUSIÓN

La evidencia actual respecto a la realización de técnicas de AR en paciente bajo anestesia general indica que el riesgo que esta supone es realmente bajo e, incluso, no demostrable. A pesar de ello, el hecho de que el paciente esté consciente y pueda comunicar cualquier sensación anómala es, aunque no cuantificable, un añadido de seguridad y evitarlo no puede justificarse con el argumento del trauma, dolor y angustia provocados al paciente. Todos ellos, factores que pueden obviarse con una sedación consciente ajustada al paciente y la técnica. Si bien, este riesgo que supone la anestesia general parece bajo, hay que tenerlo en gran consideración a nivel interescalónico y en el caso de los bloqueos centrales, por sus peculiaridades anatómicas y por las graves consecuencias de alguna de sus complicaciones. En los pacientes pediátricos y no colaboradores habrá que sopesar de forma individualizada el riesgo-beneficio.

El empleo de una técnica depurada, junto con la adquisición de amplios conocimientos anatómicos son, con plena certeza, factores primordiales a la hora de realizar una práctica segura AR más allá de que el paciente esté sometido a no a una anestesia general. Estamos convencidos que en un elevado porcentaje de complicaciones tras AR subyace algún defecto de técnica. Por ello, creemos recomendable evitar las técnicas de anestesia regional en pacientes anestesiados o profundamente sedados en las fases de aprendizaje de estas.

Por último, la incorporación de la ecografía (que ya ha demostrado una disminución del riesgo de toxicidad por anestésico local) junto a nuevos aspectos de monitorización puede, en un futuro no muy lejano, mostrar una mejora en la seguridad que minimice considerablemente el hecho de la sedación consciente/profunda o anestesia general como un factor de riesgo a tener en cuenta durante la realización de técnicas de AR.

BIBLIOGRAFÍA

1. Capdevila X, Dadure C, Bringuier S, Pharm D, Bernard N, Biboulet P, et al. Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery. A multicenter randomized trial. *Anesthesiology* 2006;105:566-73.
2. Ilfeld BM, Vandenborne K, Duncan PW, Sessler DI, Enneking FK, Shuster JJ, et al. Ambulatory continuous interscalene nerve blocks decrease the time to discharge readiness after total shoulder arthroplasty: A randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2006;105:999-1007.
3. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatodramis G, Nagy L. Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology* 2003;99:436-42.
4. Bogdanov A, Loveland R. Is there a place for interscalene block performed after induction of general anaesthesia? *Eur J Anaesthesiol* 2005;22:107-10.
5. Feely NM, Popat MT, Rutter SV. Regional anaesthesia for limb surgery: A review of anaesthetists' beliefs and practice in the Oxford region. *Anaesthesia* 2008;63:621-5.
6. Neal JM, Rathmell JP (eds.). *Complications in Regional Anesthesia and Pain Medicine*, First Edition. Philadelphia: Elsevier; 2007.
7. Finucane BT (ed.). *Complications of Regional Anesthesia*, Second Edition. New York: Springer; 2007.
8. Auroy Y, Benhamou D, Bagues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier F, et al. Major complications of regional anesthesia in France. The SOS regional anesthesia hotline service. *Anesthesiology* 2002;97:1274-80.
9. Welch MB, Brummett CM, Welch TD, Tremper KK, Shanks AM, Guglani P, et al. Perioperative peripheral nerve injuries: A retrospective study of 380,680 cases during a 10-year period at a single institution. *Anesthesiology* 2009;111:490-7.
10. Brull R, McCartney CJL, Chan VWS, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: Contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007;104:965-74.
11. Mulroy MF. Systemic toxicity and cardiotoxicity from local anesthetics: Incidence and preventive measures. *Reg Anesth Med* 2002;27:556-61.
12. Fanelli G, Casati A, Garancini P, Torri G. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: Failure rate, patient acceptance, and neurologic complications. *Anesth Analg* 1999;88:847-52.
13. Bernards CM, Hadzic A, Suresh S, Neal JM. Regional anesthesia in anesthetized or heavily sedated patients. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:449-60.
14. Rosenquist RW, Birnbach DJ. Epidural insertion in anesthetized adults: Will your patients thank you? *Anesth Analg* 2003;96:1545-6.
15. Drasner K. Thoracic epidural anesthesia: asleep at the wheel? *Anesth Analg* 2004;99:578-9.
16. Martínez Navas A. Complicaciones de los bloqueos nerviosos periféricos. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2006;53:237-48.
17. Brull R, McCartney CJ, Chan VW, El-Beheiry H. Neurological complications after regional anesthesia: contemporary estimates of risk. *Anesth Analg* 2007;104:965-74.
18. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, Ilfeld BM, McCartney CJ, Franco CD, et al. Upper extremity regional anesthesia. Essentials of our current understanding, 2008. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:134-70.
19. Sviggum HP, Jacob AK, Mantilla CB, et al. Perioperative nerve injury after total shoulder arthroplasty: Assessment of risk after regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:490-4.
20. Hadzic A, Dilberovic F, Shah S, Kulenovic A, Kapur E, Zaciragic A. Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:417-23.
21. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93:1541-4.
22. Passamante AN. Spinal anesthesia and permanent neurologic deficit after interscalene block. *Anesth Analg* 1996;82:873-4.
23. Barutell C, Vidal F, Raich M, Montero A. A neurological complication following interscalene brachial plexus block. *Anaesthesia* 1980;35:365-7.
24. Valdés-Vilches LF, Sánchez-del Águila MJ, Llácer-Pérez M, Martos-Fernández de Córdoba FJ, Alonso-Atienza P. Can ultrasound-guided regional anesthesia be improved with the combined use of nerve stimulation techniques? *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management* 2012;16:140-5.
25. Robards C, Hadzic A, Somasundaram L, Iwata T, Gadsden J, Xu D, et al. Intraneural injection with low-current stimulation during popliteal sciatic nerve block. *Anesth Analg* 2009;109:673-7.
26. Sala-Blanch X, López AM, Pomés J, Valls-Sole J, García AI, Hadzic A. No clinical or electrophysiologic evidence of nerve injury after intraneural injection during sciatic popliteal block. *Anesthesiology* 2011;115:589-5.
27. Sala Blanch X, López AM, Carazo J, Hadzic A, Carrera A, Pomés J, et al. Intraneural injection during nerve stimulator-guided sciatic nerve block at the popliteal fossa. *Br J Anaesth* 2009;102:855-61.
28. Boezaart AP, Tighe P. New trends in regional anesthesia for shoulder surgery: Avoiding devastating complications. *Int J Shoulder Surg* 2010;4:1-7.
29. Winnie AP. Interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 1970;49:455-66.
30. Borgeat G, Ekatodramis G. Anaesthesia for shoulder surgery. *Best Practice and Research* 2002;16:211-25.
31. Cheney FW, Domino KB, Caplan RA, Posner KL. Nerve injury associated with anesthesia: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 1999;90:1062-9.
32. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:445-50.
33. Choyce A, Chan VW, Middleton WJ, Knight PR, Peng P, McCartney CJ. What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:100-4.
34. Urmev WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96:552-4.
35. Liguori GA, Zayas VM, YaDeau JT, et al. Nerve localization techniques for interscalene brachial plexus blockade: A prospective, randomized comparison of mechanical paresthesia versus electrical stimulation. *Anesth Analg* 2006;103:761-7.
36. Orebaugh SL, Williams BA, Vallejo M, Kentor ML. Adverse outcomes associated with stimulator-based peripheral nerve blocks with versus without ultrasound visualization. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:251-5.
37. Barrington MJ, Watts SA, Gledhill SR. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: A prospective audit of over 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurological and other complications. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:534-41.
38. Liu SS, Zayas VM, Gordon MA, et al. A prospective, randomized, controlled trial comparing ultrasound versus nerve stimulator guidance for interscalene block for ambulatory shoulder surgery for postoperative neurological symptoms. *Anesth Analg* 2009;109:265-71.
39. Sala-Blanch X, Pomés J, Matute P, Valls-Solé J, Carrera A, Tomás X, et al. Intraneural Injection during Anterior Approach for Sciatic Nerve Block. *Anesthesiology* 2004;101:1027-30.
40. Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006;105:779-83.
41. Reina MA, López A, De Andrés JA, Machés F. Posibilidad de lesiones nerviosas relacionadas con los bloqueos nerviosos periféricos. Un estudio en nervio ciático humano con diferentes agujas. *Rev Esp Anestesiol Reanim* 2003;50:274-83.
42. Selander D, Sjöstrand J. Longitudinal spread of intraneurally injected local anesthetics. An experimental study of the initial neural distribution following intraneural injections. *Acta Anaesthesiol Scand* 1978;22:622-34.
43. Macfarlane AJR, Bhatia A, Brull R. Needle to nerve proximity: What do the animal studies tell us? *Reg Anesth Pain Med* 2011;36:290-302.

44. Bromage PR, Benumof JL. Paraplegia following intracord injection during attempted epidural anesthesia under general anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:104-7.
45. Giaufre E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: A one-year prospective survey of the french-language society of pediatric anesthesiologists. *Anesth Analg* 1996;83:904-12.
46. Krane E, Dalens B, Murat I, Murrell D. The safety of epidurals placed during general anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:433-8.
47. Tsui BCH, Armstrong K. Can direct spinal cord injury occur without paresthesia? A report of delayed spinal cord injury after epidural placement in an awake patient. *Anesth Analg* 2005;101:1212-4.
48. DeVera HV, Furukawa KT, Matson MD, Scavone JA, James MA. Regional techniques as an adjunct to general anesthesia for pediatric extremity and spine surgery. *Journal of pediatric orthopedics* 2006;26:801-4.
49. Horlocker TT, Abel MD, Messick JM, Schroeder DR. Small risk of serious neurologic complications related to lumbar epidural catheter placement in anesthetized patients. *Anesth Analg* 2003;96:1547-52.
50. Liu SS, Ngeow JE, YaDeau JT. Ultrasound-Guided Regional Anesthesia and Analgesia: A qualitative systematic review. *Reg Anesth Pain Med* 2009;34:47-59.
51. Abrahams MS, Aziz MF, Fu RF, Horn JL. Ultrasound guidance compared with electrical neurostimulation for peripheral nerve block: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth* 2009;102:408-17.
52. Mather LE, Copeland SE, Ladd LA. Acute toxicity of local anesthetics: Underlying pharmacokinetic and pharmacodynamic concepts. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:553-68.
53. Copeland SE, Ladd LA, Gu XQ, Mather LE. The effects of general anesthesia on whole body and regional pharmacokinetics of local anesthetics at toxic doses. *Anesth Analg* 2008;106:1440-9.
54. Ohmura S, Ohta T, Yamamoto K, Kobayashi T. A comparison of the effects of propofol and sevoflurane on the systemic toxicity of intravenous bupivacaine in rats. *Anesth Analg* 1999;88:155-9.
55. Tasch MD, Butterworth JF. Toxicity of Local Anesthetics. In: *ASA Refresher Courses in Anesthesiology*. Chapter 15: 165-179. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
56. Neal JM, Mulroy MF, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine checklist for managing local anesthetic systemic toxicity: 2012 version. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:16-8.
57. Leone S, Di Cianni S, Casati A, Fanelli G. Pharmacology, toxicology, and clinical use of new long acting local anesthetics, ropivacaine and levobupivacaine. *Acta Biomed* 2008;79:92-105.
58. Barrington MJ, Kluger R. Ultrasound Guidance Reduces the Risk of Local Anesthetic Systemic Toxicity Following Peripheral Nerve Blockade. *Reg Anesth Pain Med* 2013;38:289-97.
59. Sites BD, Taenzer AH, Herrick MD, Gilloon C, Antonakakis J, Richins J, et al. Incidence of local anesthetic systemic toxicity and postoperative neurologic symptoms associated with 12,668 ultrasound-guided nerve blocks: An analysis from a prospective clinical registry. *Reg Anesth Pain Med* 2012;37:478-82.