

ORIGINAL

Estudio comparativo entre la ecografía y la neuroestimulación en el aprendizaje del bloqueo ciático poplíteo posterior

J. L. Laguillo Cadenas¹, R. Ortiz de la Tabla González², A. Martínez Navas², E. Rosado Fuentes², M. Echevarría Moreno², C. V. Almeida González³

¹Departamento de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario Virgen Macarena. ²Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla. ³Unidad de Investigación. Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla

RESUMEN

Introducción: La anestesia regional guiada mediante ecografía es un campo en rápido crecimiento y su docencia está siendo objeto de estudio. Este trabajo compara la realización del bloqueo ciático-poplíteo posterior mediante ecografía (ECO) o neuroestimulación (NE) por médicos especialistas en formación.

Material y método: Se realizó un estudio prospectivo aleatorizado, con los pacientes distribuidos en dos grupos: el grupo ECO mediante técnica guiada con ecografía; el grupo NE empleó referencias de anatomía de superficie más neuroestimulación, considerando válida una respuesta muscular entre 0.2-0.5 mA. Las variables registradas fueron: tiempo de ejecución, número de intentos, número de punciones vasculares y de parestesias, así como éxito del bloqueo. Las técnicas fueron realizadas por un único especialista en formación, sin experiencia previa en anestesia regional ni ecografía, bajo la supervisión de un anestesiólogo experto.

Resultados: Se obtuvieron 19 casos (ECO: 10; NE: 9). El grupo ECO requirió menos tiempo que el NE (108,5-338,6 sg, IC 95%; $p < 0,005$) y menor número de intentos, $1,6 \pm 0,7$ para ECO, frente $9,5 \pm 3,8$ para NE (media $\pm$ ds; $p < 0,05$), obteniendo éxito en primera punción en un 80% para ECO frente a al 11,1% para NE ($p < 0,05$). El grupo ECO asoció una menor incidencia de punciones vasculares y de parestesias. La tasa de éxito de la técnica fue del 100% en el grupo ECO, frente al 67,7% en NE.

Conclusiones: Estos resultados sugieren que el empleo de ecografía en el aprendizaje del bloqueo poplíteo posterior por especialistas en formación, pudiera facilitar la ejecución de la técnica, asociar menor morbilidad y proporcionar mayor éxito del bloqueo nervioso periférico.

Palabras clave: Bloqueo nervioso. Aprendizaje. Ecografía. Nervio ciático.

ABSTRACT

Background: The ultrasound-guided regional anesthesia is a rapidly growing field and its teaching is being studied. This paper compares the performance of the posterior popliteal sciatic blockade by ultrasound (ECO) with that of neurostimulation (NS) carried out by specialist doctors in training.

Material and method: A prospective randomized trial was conducted with patients divided into two groups: group ECO treated with ultrasound-guided technique, and group NE in which surface anatomy and neurostimulation references were used, considering valid a muscle response between 0.2 and 0.5 mA. The variables recorded were run time, number of attempts, number of vascular punctures and paresthesias, and success of the blockade. The techniques were performed by a single training specialist without prior experience in regional anesthesia and ultrasound, under the supervision of an expert anaesthesiologist.

Results: 19 cases were obtained (ECO: 10, NE 9), the ECO required less time than NE (108,5-338,6 sg, 95%, $p < 0.005$) and fewer attempts, 1.6 ± 0.7 for ECO, versus 9.5 ± 3.8 for NE (mean $\pm$ sd, $p < 0.05$), and success was achieved on first puncture on 80% of attempts in ECO group, versus 11.1% in NE group ($p < 0.05$). The ECO group associated a lower incidence of vascular puncture and paresthesia. The success rate of the technique was 100% in the ECO group, versus 67,7% in NE group.

Conclusions: These results suggest that the use of ultrasound in the posterior popliteal block learning by training specialists could facilitate the implementation of the technique, and provide less morbidity associated with more successful peripheral nerve block.

Key word: Nerve block. Learning. Ultrasound. Sciatic Ciatic nerve.

Recibido: mayo de 2010.

Aceptado: septiembre de 2010.

Correspondencia: José Luis Laguillo Cadenas. Pasaje Comercial Gran Plaza, 3, 7º B. 41005 Sevilla. e-mail: joseluislaguillo@gmail.com

Laguillo Cadenas JL, Ortiz de la Tabla González R, Martínez Navas A, Rosado Fuentes E, Echevarría Moreno M, Almeida González CV. Estudio comparativo entre la ecografía y la neuroestimulación en el aprendizaje del bloqueo ciático poplíteo posterior. Cir May Amb 2010; 15: 108-112.

INTRODUCCIÓN

El empleo de la ecografía en la anestesia regional es un campo en rápido crecimiento (1,2), hasta ser considerado por algunos autores como “gold standard” en la localización nerviosa (3) para la realización de bloqueos de nervio periférico (BNP). Su aportación ha sido permitir la práctica de bloqueos nerviosos bajo visualización de las estructuras nerviosas diana, musculoesqueléticas y vasculares adyacentes, así como la realización de la técnica en tiempo real mediante una visualización directa de la aguja y de la difusión del anestésico local (AL), facilitando por tanto la recolocación de la aguja para optimizar la difusión del AL alrededor del nervio diana.

Su extensión se ve limitada, entre otros, porque su práctica requiere un aprendizaje y entrenamiento previos, siendo éstos objeto de estudio en la actualidad (4,5). Así, Sites y cols. (6) analizaron los errores más frecuentemente asociados con el aprendizaje de la ecografía como guía de BNP: el avance de la aguja sin identificación de la misma y el movimiento involuntario de la sonda ecográfica. También encontraron comportamientos que comprometían la calidad de la técnica: dificultades en la identificación de la distribución del AL, de la situación de la punta de la aguja y de la lateralidad de la imagen, cansancio, incorrecta elección del punto de abordaje y angulación del eje de la aguja (7).

Con un planteamiento similar a dicho estudio, Orebaugh y cols. (8) analizaron de forma retrospectiva los BNP, ayudados o no por ecografía, realizados por un grupo de especialistas en formación. El grupo con ecografía obtuvo disminuciones significativas en los valores medios de los tiempos de ejecución, número de intentos y de punciones vasculares, y una disminución no significativa de la tasa de fallos.

El objetivo de este trabajo es determinar si existen diferencias en la realización del bloqueo durante el aprendizaje del BNP ciático poplíteo posterior mediante ecografía (ECO) o neuroestimulación (NE).

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio comparativo, prospectivo y aleatorizado, entre la realización del bloqueo del nervio ciático a nivel poplíteo por abordaje posterior con ecografía asociada con neuroestimulación frente a neuroestimulación exclusivamente. El estudio fue realizado durante el período formativo de cuatro meses en anestesia para la cirugía ortopédica y traumatológica por un único especialista en formación, sin experiencia previa en técnicas de anestesia regional, instruido por anestesiólogos expertos en neuroestimulación y ecografía como métodos de localización nerviosa.

Se consideraron como criterios de inclusión pacientes sometidos a cirugía del pie en régimen de cirugía mayor ambulatoria (con diagnósticos de hallux valgus y meta-

tarsalgias) y como criterios de exclusión alergia a los AL del estudio, la presencia de obesidad mórbida, neuropatía periférica, incapacidad de comprensión de la técnica y negativa del paciente. Los pacientes previamente dieron su consentimiento verbal y por escrito para la realización de la técnica.

Se distribuyó a los pacientes de forma randomizada en dos grupos: BNP ciático poplíteo posterior guiado con ECO o NE. La técnica fue realizada en la Unidad de Reanimación Postoperatoria, monitorizados mediante electrocardiograma, pulsioximetría y presión arterial incruenta, con el paciente en decúbito prono, mediante agujas de 80 mm x 22G (Stimuplex D, B. Braun, Bethlehem, PA), bajo aspiración y condiciones de asepsia empleando povidona yodada en la región poplíteo y material estéril. Se administró sedación (midazolam 0,02-0,03 mg/kg i.v.) y oxígeno suplementario mediante cánulas nasales a 2 l/min. Todas las técnicas fueron realizadas por un médico residente supervisado por un especialista experto en anestesia regional.

En el grupo ECO, la exploración se realizó a nivel de la fosa poplíteo, situando la sonda lineal 6-13 MHz, 38 mm (HFL 38, SonoSite Inc., Bothel WA) de forma transversal al trayecto del nervio, empleando el abordaje fuera de plano. Se confirmó la posición de la aguja en íntima relación con el nervio mediante visualización directa con ecografía y en ese momento se registró la mínima intensidad de estimulación (neuroestimulador HNS 11 Braun Medical®) de la respuesta motora observada. En el grupo NE, se empleó como referencia la anatomía de superficie siguiendo las referencias de Vloka y Hadzic (9), considerándose apta cualquier respuesta muscular válida distal (en el pie o dedos) entre 0,2-0,5 mA. En todos los casos se administró en dosis única mepivacaína 1,5% 40 ml, modificándose la posición de la aguja en el grupo ECO para optimizar la distribución del AL, maniobra no realizada en el grupo NE.

Se diseñó con tal propósito una base de datos en la que se incluyeron las variables demográficas (edad, índice de masa corporal (IMC), sexo y estado físico ASA) así como las variables: tiempo de ejecución (en segundos, excluyendo la fase preparatoria de la técnica, desde el inicio de la punción hasta la obtención de una respuesta motora); número de intentos (considerados como distintos intentos toda retirada total de la aguja y reintroducción, o variación de la trayectoria del eje de la misma); éxito en la primera punción; número de punciones vasculares; número de parestesias; éxito de la técnica (valorado en función de la necesidad de utilizar una sedación profunda requiriendo maniobras repetidas sobre la vía aérea para mantener la ventilación espontánea o bien la conversión a anestesia general).

En el cálculo del tamaño muestral para estimar una diferencia esperada de 220 segundos entre las medias del tiempo de ejecución de las dos técnicas de localización, se consideró una variabilidad común a las dos técnicas de 104 segundos (muestra piloto), un error α del 5% y una

potencia del 80% en una prueba bilateral. Asimismo y en las mismas condiciones, se estimó una diferencia esperada de 8 intentos entre las medias del número de intentos con una variabilidad común a las dos técnicas de 2,5 intentos.

Las variables cuantitativas se resumieron con medias y desviaciones típicas, y en los casos de distribuciones asimétricas con medianas y percentiles (P_{25} y P_{75}). Para las variables cualitativas se utilizaron tablas de frecuencias y porcentajes. Este resumen se realizó sobre la muestra global y según la técnica de localización. Para realizar comparaciones de medias de variables cuantitativas entre ambos grupos, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes y en caso de distribuciones no normales, la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. Cuando se obtuvieron diferencias significativas se hallaron intervalos de confianza al 95% para la diferencia de las medias. Asimismo, para analizar las relaciones entre variables cualitativas, se aplicó la prueba Chi cuadrado o bien, los métodos no asintóticos de la prueba de Montecarlo y la prueba Exacta. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 16.0 para Windows.

RESULTADOS

Se recogieron 19 pacientes, distribuyéndose 10 en el grupo de ECO, y 9 en el de NE. Quedaron excluidos dos pacientes, por obesidad mórbida y negativa a la técnica. Los datos demográficos, edad, índice de masa corporal (IMC), sexo y estado físico ASA, se representan en la tabla I, sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. El IMC no actuó como factor de confusión para las variables anteriores ($p < 0,05$), realizado por análisis de la covarianza univariante para el número de intentos y tiempo de ejecución según la técnica de localización.

TABLA I

DATOS DEMOGRÁFICOS

	ECO	NE
Edad (años)* ^a	60,5 ± 8,4	54,4 ± 8,2
Índice de masa corporal (IMC)* ^a	31,8 ± 3,6	32,2 ± 5,5
Sexo (%)		
Varón	20	22,2
Mujer	80	77,8

* $p > 0,05$ (sin diferencias significativas). ^amedia ± DS.

El grupo ECO (Fig. 1) requirió menos tiempo que el grupo NE (108,5-338,6 sg., IC 95%; $p < 0,001$) y menor número de intentos ($1,6 \pm 0,7$ para ECO, frente $9,5 \pm 3,8$ para NE; media ± ds; $p < 0,05$), obteniendo éxito en primera punción en un 80% para ECO frente a 11,1% para NE ($p < 0,05$). El grupo ECO asoció una menor inciden-

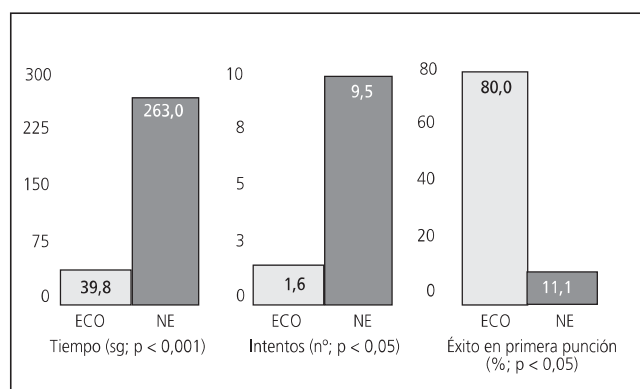


Fig. 1. Resultados de las variables principales: tiempo y número de intentos necesarios para la localización nerviosa, así como de la tasa de éxito en primera punción.

cia de punciones vasculares (ECO 0/NE $1 \pm 0,5$; mediana ± RIC; $p < 0,05$) y de parestesias (ECO 0/NE $1,1 \pm 1,7$; media ± DS; $p < 0,001$). La tasa de éxito de la técnica fue del 100% en el grupo ECO, frente al 66,7% en NE, sin mostrarse estadísticamente significativas (Tabla II).

TABLA II

VARIABLES ANALIZADAS

	ECO	NE
Tiempo de ejecución (sg)** ^a	39,8 ± 20,9	263 ± 149
Número de intentos* ^a	1,6 ± 0,7	9,5 ± 3,8
Éxito en primera punción (%)*	80	11,1
Éxito de la técnica (%)	100	66,7
Número de punciones vasculares* ^b	0	1 (RIC 0,5-1)
Número de parestesias** ^a	0	1,1 ± 1,7

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; ^amedia ± DS; ^bmediana; rango intercuartílico (RIC).

DISCUSIÓN

El extendido empleo de la neuroestimulación, asocia una modesta sensibilidad (10-12) e incompleta especificidad, por lo que aún en manos expertas las tasas de éxito rondan el 95% (13). Sin embargo, la ecografía en la práctica de BNP puede aportar una serie de beneficios (14,15) debido a la visualización en tiempo real de las estructuras nerviosas y adyacentes, del avance de aguja y de la distribución del anestésico local, permitiendo reducir el tiempo y número de intentos para su ejecución, el volumen y latencia de inicio del anestésico local (16, 17), obtener una mayor tasa de éxito (18), menor morbilidad y facilitar la supervisión durante el aprendizaje (7).

Por otra parte, la utilización de la ecografía se ve limitada tanto por el coste de un equipo, como por la adquisición de habilidades y conocimientos para su práctica,

dado que incluso en manos expertas la técnica con ecografía fracasa para obtener una tasa de éxitos del 100%, pudiendo alcanzarse una tasa de fallos del 15%. Así, el grupo de Chan y cols. comentan que esto puede deberse a un error en la identificación del nervio o a una interpretación errónea de la difusión circunferencial de la difusión del AL (12,19). Además, la imagen proporcionada por la técnica ecográfica está sujeta a una interpretación individual. Por tanto, la ecografía, al igual que la NE, no es perfecta. Algunos autores (20) consideran que, en la práctica, nunca podríamos estar totalmente seguros de que hemos identificado el nervio, especialmente en el caso del cordón posterior a nivel infraclavicular y del nervio radial a nivel axilar.

El aprendizaje de las técnicas regionales en anestesiología ha sido objeto de estudio (21-23) hasta la elaboración de guías de práctica clínica (24). El impacto de la ecografía en el aprendizaje de la anestesia regional en general, y de los bloqueos nerviosos periféricos en particular, ha impulsado el desarrollo de muchos trabajos de investigación. Actualmente el número de publicaciones al respecto es reducido (6-8, 25). Recientemente, las sociedades Americana y Europea de Anestesia Regional, han desarrollado una guía de recomendaciones (26) en la docencia de anestesia regional guiada con ecografía, que incluye un itinerario de competencias necesarias durante la formación de médicos especialistas.

Nuestros resultados muestran que un especialista en formación, sin experiencia previa en bloqueos nerviosos periféricos, puede realizar el bloqueo del nervio ciático en la fosa poplítea por vía posterior con control ecográfico, con un menor número de intentos, requiriendo menos tiempo para su ejecución, asociando menor morbilidad y conllevando una mayor tasa de éxito, comparándolo con el empleo de la neuroestimulación exclusivamente.

En lo referente al tiempo y número de intentos de ejecución, trabajos publicados no vinculados a la docencia, entre técnicas regionales guiadas con ecografía frente NE, incluyendo trabajos comparativos en la región poplítea (27), también mostraron concordancia con nuestros resultados, con reducciones en tiempos y número de intentos entre el 51 - 29% (19,28-30). Orebough y cols. (8) analizaron también ambas variables en un estudio retrospectivo incluyendo distintas técnicas regionales (axilar, interescalénico, femoral y poplíteo) guiadas con ecografía apoyadas por neuroestimulación y neuroestimulación exclusivamente, realizadas por especialistas en formación. Encontró diferencias significativas a favor de la técnica con ecografía en un menor tiempo de ejecución (6,5 vs. 1,8 min.) y en el número de intentos (6 vs. 2 intentos). En relación a estas variables, nuestros resultados obtenidos en un análisis prospectivo también mostraron diferencias significativas en el éxito en el primer intento de punción a favor de la ecografía, resultado que probablemente contribuyó a un menor tiempo de ejecución de la técnica y menor número de complicaciones.

Con respecto a la mayor tasa de éxito de la técnica guiada con ecografía, la diferencia registrada no fue suficientemente amplia como para proporcionar significación estadística para la muestra estudiada. La literatura pone de manifiesto una tendencia hacia una menor tasa de bloqueos fallidos para las técnicas guiadas por ecografía frente a la neuroestimulación (8,19,28,29,31-35).

En relación a la tasa de complicaciones, Koscielniak-Nielsen (15) recoge en su revisión otros estudios comparativos entre ambas técnicas, no realizados en un período de aprendizaje, con una incidencia de punciones vasculares de un 0-4% para técnicas guiadas con ecografía. Walker (36) y Abrahams (35) señalan en sus revisiones sistemáticas diferencias significativas favorables a las técnicas con ecografía frente a neuroestimulación en la tasa de punciones vasculares o formación de hematoma. Por otra parte, la incidencia publicada de parestesia en las técnicas guiadas con ecografía es muy variable (5-28%), siendo ésta mayor cuando únicamente se emplean anatomía de superficie y neuroestimulación (30,32). Nuestra menor incidencia de complicaciones puede estar relacionada con la visualización directa de las estructuras nerviosas y vasculares proporcionada por la ecografía.

Esta menor tasa de complicaciones, junto con un menor tiempo de ejecución y porcentaje de fallos, incidirían en una mayor satisfacción del paciente, reforzado por el hecho de que el empleo de la ecografía (34) y confirmación por neuroestimulación limitan el número de ciclos de contracción muscular que el paciente experimenta.

Este trabajo presenta una serie de limitaciones, como las derivadas de haber aplicado las técnicas un único médico especialista en formación. Si bien esta circunstancia aporta homogeneidad a los resultados, éstos pueden verse condicionados por la incidencia de un mayor avance en la curva de aprendizaje de una técnica sobre otra. La técnica elegida para el estudio, BNP ciático poplíteo posterior, es considerada una técnica de sencilla ejecución por su facilidad en el abordaje, pudiendo no ser extrapolables estos resultados a otros bloqueos nerviosos en regiones anatómicas diferentes. El hecho de no haber contabilizado el tiempo de preparación de la técnica podría implicar que no se haya valorado correctamente el tiempo consumido por ambas técnicas.

En conclusión, nuestros resultados sugieren que el empleo de ecografía en el aprendizaje del BNP del nervio ciático poplíteo por abordaje posterior puede facilitar su aprendizaje y realización, y asociar una menor morbilidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Awad IT, Chan V. Ultrasound imaging of peripheral nerves: a need for a new trend. *Reg Anesth Pain Med* 2005; 30(4): 321-3.
2. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology* 2006; 104(2): 368-73, discussion 5A.
3. Hopkins PM. Ultrasound guidance as a gold standard in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2007; 98(3): 299-301.
4. Sites BD, Brull R, Chan VW, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided re-

- gional anesthesia. Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32(5): 419-33.
5. Sites BD, Brull R, Chan VW, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, et al. Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part I: understanding the basic principles of ultrasound physics and machine operations. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32(5): 412-8.
 6. Sites BD, Spence BC, Gallagher JD, Wiley CW, Bertrand ML, Blike GT. Characterizing novice behavior associated with learning ultrasound-guided peripheral regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32(2): 107-15.
 7. Sites BD, Gallagher JD, Cravero J, Lundberg J, Blike G. The learning curve associated with a simulated ultrasound-guided interventional task by inexperienced anesthesia residents. *Reg Anesth Pain Med* 2004; 29(6): 544-8.
 8. Orebaugh SL, Williams BA, Kentor ML. Ultrasound guidance with nerve stimulation reduces the time necessary for resident peripheral nerve blockade. *Reg Anesth Pain Med* 2007; 32(5): 448-54.
 9. Vloka JD, Hadzic A, April E, Thys DM. The division of the sciatic nerve in the popliteal fossa: anatomical implications for popliteal nerve blockade. *Anesth Analg* 2001; 92(1): 215-7.
 10. Perlas A, Niaz 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(5): 445-50.
 11. Fredrickson MJ. The sensitivity of motor response to needle nerve stimulation during ultrasound guided interscalene catheter placement. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33(4): 291-6.
 12. Sites BD, Spence BC, Gallagher J, Beach ML, Antonakakis JG, Sites VR, et al. Regional anesthesia meets ultrasound: a specialty in transition. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52(4): 456-66.
 13. Denny NM, Harrop-Griffiths W. Location, location, location! Ultrasound imaging in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005; 94(1): 1-3.
 14. Hopkins PM, Bodenham A, Reeves ST. *Practical ultrasound in anesthesia for critical care and pain management*. New York, NY: Informa Healthcare USA; 2008.
 15. Koscielniak-Nielsen ZJ. Ultrasound-guided peripheral nerve blocks: what are the benefits? *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52(6): 727-37.
 16. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, Kapral S, Weinstabl C, Mayer N. Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesth Analg* 1997; 85(4): 854-7.
 17. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, Koinig H, Mayer N, Kapral S. Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med* 1998; 23(6): 584-8.
 18. Schwemmer U, Schleppers A, Markus C, Kredel M, Kirschner S, Roewer N. [Operative management in axillary brachial plexus blocks: comparison of ultrasound and nerve stimulation]. *Anaesthetist* 2006; 55(4): 451-6.
 19. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, Brull R, Xu D, Abbas S. Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anaesth* 2007; 54(3): 176-82.
 20. Narchi P SF, editor. We still need nerve stimulation when using ultrasound guided nerve blocks? 26^a Reunión Anual ESRA 2007; Valencia, España.
 21. Bouaziz H, Mercier FJ, Narchi P, Poupard M, Auroy Y, Benhamou D. Survey of regional anesthetic practice among French residents at time of certification. *Reg Anesth* 1997; 22(3): 218-22.
 22. Chelly JE, Greger J, Gebhard R, Hagberg CA, Al-Samsam T, Khan A. Training of residents in peripheral nerve blocks during anesthesiology residency. *J Clin Anesth* 2002; 14(8): 584-8.
 23. Broking K, Waurick R. How to teach regional anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19(5): 526-30.
 24. Hargett MJ, Beckman JD, Liguori GA, Neal JM. Guidelines for regional anesthesia fellowship training. *Reg Anesth Pain Med* 2005; 30(3): 218-25.
 25. Orebaugh SL, Bigeleisen PE, Kentor ML. Impact of a regional anesthesia rotation on ultrasonographic identification of anatomic structures by anesthesiology residents. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009; 53(3): 364-8.
 26. Sites BD, Chan VW, Neal JM, Weller R, Grau T, Koscielniak-Nielsen ZJ, et al. The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine and the European Society Of Regional Anaesthesia and Pain Therapy Joint Committee recommendations for education and training in ultrasound-guided regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2009; 34(1): 40-6.
 27. Dufour E, Quennesson P, Van Robais AL, Ledon F, Laloe PA, Liu N, et al. Combined ultrasound and neurostimulation guidance for popliteal sciatic nerve block: a prospective, randomized comparison with neurostimulation alone. *Anesth Analg* 2008; 106(5): 1553-8.
 28. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, Chouinard P, Harris P, Ruel M, et al. Neurostimulation in ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized trial. *Anesth Analg* 2007; 104(5): 1275-80.
 29. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, Harris P, Ruel M, Boudreault D, et al. Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003; 97(5): 1518-23.
 30. Liu FC, Liou JT, Tsai YF, Li AH, Day YY, Hui YL, et al. Efficacy of ultrasound-guided axillary brachial plexus block: a comparative study with nerve stimulator-guided method. *Chang Gung Med J* 2005; 28(6): 396-402.
 31. Oberndorfer U, Marhofer P, Bosenberg A, Willschke H, Felfernig M, Weintraud M, et al. Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 2007; 98(6): 797-801.
 32. Soeding PE, Sha S, Royse CE, Marks P, Hoy G, Royse AG. A randomized trial of ultrasound-guided brachial plexus anaesthesia in upper limb surgery. *Anaesth Intensive Care* 2005; 33(6): 719-25.
 33. Domingo-Triado V, Selfa S, Martinez F, Sanchez-Contreras D, Reche M, Tecles J, et al. Ultrasound guidance for lateral midfemoral sciatic nerve block: a prospective, comparative, randomized study. *Anesth Analg* 2007; 104(5): 1270-4.
 34. Casati A, Danelli G, Baciarello M, Corradi M, Leone S, Di Cianni S, et al. A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2007; 106(5): 992-6.
 35. 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(3): 408-17.
 36. Walker KJ, McGrattan K, Aas-Eng K, Smith AF. Ultrasound guidance for peripheral nerve blockade. *Cochrane Database Syst Rev* 2009(4): CD006459.