

Evaluación de la Profundidad del Espacio Subaracnoideo con el Uso del Ultrasonido

Alexandre Gnaho ¹, Vinh Nguyen ², Thierry Villevielle ², Melina Frota ³, Emmanuel Marret⁴, Marc Emmanuel Gentili ⁵

Resumen: Gnaho A, Nguyen V, Villevielle T, Frota M, Marret E, Gentili ME – Evaluación de la Profundidad del Espacio Subaracnoideo con el Uso del Ultrasonido.

Justificativa y objetivos: Evaluar la fidelidad de la ecografía para prever la profundidad de los espacios intratecales lumbares y epidurales, con el fin de limitar el número de intentos de punción.

Método: Treinta y un (31) pacientes (25 hombres y seis mujeres), ASA I o II participaron en el estudio. La imagen devuelta por el ultrasonido de la espina lumbar fue ejecutada en el interespacio vertebral L3-L4 en plano transversal. Inmediatamente un anestesiólogo no previamente informado ejecutó la anestesia espinal a través del punto previsto como diana. La distancia entre la piel y la parte anterior del *flavum ligamentum* que supuestamente es el límite inferior de la profundidad intratecal, o una aproximación de la profundidad del espacio epidural (ED-US), se midió por ultrasonido siendo comparada con la distancia entre la piel y la parte anterior del espacio del *flavum ligamentum* en la aguja (ED-N).

Resultados: Los ED-US y los ED-N fueron respectivamente de $5,15 \pm 0,95$ cm y de $5,14 \pm 0,97$ cm. Esas distancias no eran significativamente diferentes ($p > 0,0001$). La correlación significativa $r = 0,982$ [CI95% 0,963-0,992, $p > 0,0001$] fue observada entre las medidas de ED-US y de ED-N. El análisis Bland-Altman muestra una precisión de 0,18 cm, con límites tolerados de -0,14 cm a -0,58 cm.

Conclusiones: Este estudio corrobora la utilidad del ultrasonido en el plano transversal permitiendo identificar las estructuras anatómicas axiales, y pudiendo suministrar a los médicos informaciones eficientes para la ejecución de la anestesia espinal.

Descriptores: ANESTESIA, Regional, raquianestesia; Duramadre; EQUIPAMIENTOS, Ultrasonido.

©2012 Elsevier Editora Ltda. Reservados todos los derechos.

INTRODUCCIÓN

El uso del ultrasonido (US) en anestesia regional es objeto de interés en todo el mundo ¹. En las últimas décadas, diversos estudios han llamado la atención de los médicos para el uso de US en la anestesia raquídea o en la anestesia epidural ^{2,3,4,5}. Recientemente, se sugirió el uso de US como herramienta de evaluación preoperatoria prediciendo la posibilidad de realizarse un bloqueo en el neuro eje ⁶. Pero incluso así, pocos médicos usan el US en la anestesia del neuro eje, probablemente porque ese procedimiento requiere no solamente un excelente conocimiento de la anatomía espinal ultrasonográfica, sino también una habilidad intervencional muy

avanzada. Sin embargo, no existen datos sobre el proceso de aprendizaje de esa técnica. La US espinal suministra informaciones valiosas que facilitan el bloqueo del neuro eje. La mayoría de los estudios se concentró en el espacio epidural ^{7,8}. Creemos que las imágenes ultrasonográficas también puedan suministrar una estimación precisa de la profundidad del espacio intratecal. Este estudio-piloto se planificó para evaluar la confiabilidad del US en predecir la profundidad del espacio intratecal limitando así, el número de intentos de punción.

MÉTODOS

Participantes

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional. Todos los pacientes firmaron el Término de Consentimiento Informado. Los pacientes ASA I o II seleccionados para cirugía en los miembros inferiores participaron en este estudio. Los pacientes con deformidades en la columna o con un historial de cirugía en la columna quedaron excluidos. Se planificó la recolección de los datos como un estudio de cohorte.

Métodos de medición y punción

La palpación de los puntos de referencia ósea superficiales se hizo por un investigador antes de la localización, clasificándola como buena (muy bien palpable), moderada (bien

Recibido por el Hôpital d'Instruction des Armées (HIA Begin), Saint Mandé, France.

1. Médico; MBA; Departamento de Anestesia y Cuidados Intensivos, HIA Begin
2. Médico; Departamento de Anestesia y Cuidados Intensivos, HIA Begin
3. Médico; Anestesiólogo del Departamento de Anestesia y Cuidados Intensivos del Centre Hospitalier Universitaire de Caen (CHU Caen)
4. Médico; PhD; Profesor de Anestesiología. Departamento de Anestesia y Cuidados Intensivos Hôpital Universitaire Tenon
5. Médico; PhD; Profesor de Anestesiología. Departamento de Anestesia y Cuidados Intensivos Centre Hospitalier Privé (CHP) Saint-Grégoire

Artículo sometido el 4 de noviembre de 2010.

Aprobado para su publicación el 21 de marzo de 2011.

Correspondencia para:
Dr. Alexandre Gnaho
Department of Anesthesia and Intensive Care
Hôpital d'Instruction des Armées
Begin 94160 Saint Mandé, France
E-mail: agnaho@hotmail.fr

palpable), o ninguna (difícilmente o no palpable). Las imágenes se obtuvieron con los pacientes sentados. Para seleccionar el espacio intervertebral L3-L4, un transductor lineal de 5-10 MHz (TITAM: Sonosite Inc TM, Bothell, WA, EUA) fue colocado por otro investigador sobre el sacro, entre 2 a 3 cm a la derecha de la línea media, para visualizar la línea hiperecoica que corresponde a la imagen del sacro.

Enseguida, se movió el transductor en dirección cefálica para obtener la clásica imagen de "sierra" que representa los procesos articulares, contando los espacios intervertebrales hasta el espacio L3-L4. En ese momento se realizó un ultrasonido transversal. La línea media fue identificada usando la sombra acústica de la columna, con la identificación del espacio L3-L4 y moviendo el transductor lentamente en la dirección cefálica o caudal para obtener la ausencia de sombra acústica y la imagen del complejo ligamento amarillo-duramadre y el cuerpo vertebral. Nuestro equipamiento no siempre permite la visualización del ligamento amarillo y de la duramadre como dos estructuras, sino como una línea hiperecoica única. En ese momento, la imagen óptima fue dibujada con un bolígrafo dermatográfico de acuerdo con dos investigadores, y se congeló con los contornos del transductor y del blanco correspondiendo al punto de punción.

Dos investigadores analizaron la imagen, la visibilidad ultrasonográfica de las estructuras anatómicas (cuerpo vertebral, saco tecal y el complejo ligamento amarillo-duramadre), siendo graduadas como buenas (muy bien definidas), moderadas (bien definidas) o ninguna (difícilmente o no definidas). El tiempo necesario para obtener una ultrasonografía óptima de las estructuras (o sea, el tiempo de localización) que también incluyó el tiempo para dibujar el contorno del transductor y del punto diana, fue registrado. Medimos con el *caliper* (medidor de precisión) del aparato, la distancia de la piel hasta la porción anterior del complejo ligamento amarillo-duramadre, que debe ser el límite inferior de la profundidad intratecal o una aproximación de la profundidad del espacio epidural (ED-US). Posteriormente, un anestesiólogo que no conocía las medidas realizó la anestesia raquídea (aguja en punta de lápiz de 25 G, B. Braun, Melsungen AG, Alemania) a través del punto-objetivo previsto y la distancia entre la piel y la porción anterior del complejo ligamento amarillo-duramadre se obtuvo después de la marcación de la aguja con un bolígrafo dermatográfico estéril (ED-N). El anestesiólogo aguantaba la aguja firmemente con una de las manos y el punto que sería medido quedaba entre el pulgar y el indicador de la mano opuesta para garantizar la medición. Se comparó la medida de la ED-US con la del ED-N. Durante la punción se consideró cada avance de la aguja como un intento de punción. Si no fuese posible realizar la anestesia en el espacio L3-L4, el anestesiólogo puncionaría un espacio inferior. El número de intentos quedó registrado.

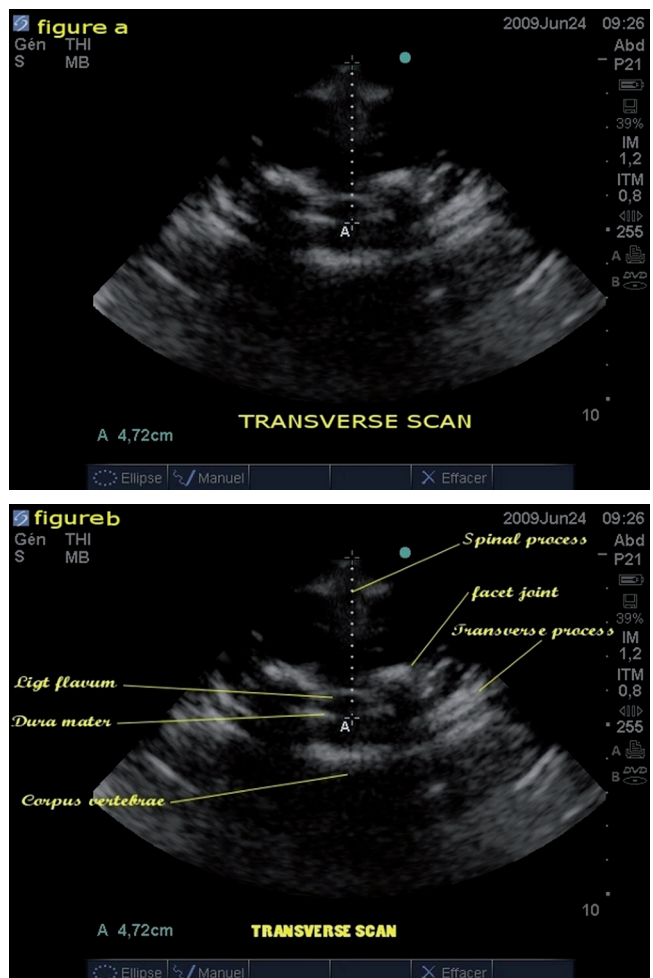
Análisis estadístico

Los datos fueron resumidos como promedio \pm desviación-estándar (DE). Se calculó el ED a partir del aparato de ultrasonido (ED-US) y directamente de la aguja de punción (ED-N).

Se determinó la correlación entre ED-US y ED-N a través de la regresión lineal simple usando el método de los cuadrados mínimos. Se construyeron gráficos de Bland-Altman de las diferencias de los promedios de profundidad del espacio epidural medido por los dos métodos y fueron calculados su tendenciosidad, precisión (1 DP) y los límites de concordancia de un 95% (tendenciosidad media \pm DE). Los programas Excel Microsoft (Chicago, IL) y Medcalc fueron usados en el análisis estadístico. El valor de p (bilateral) $< 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS

Treinta y un pacientes se sometieron a la anestesia raquídea para cirugías en el miembro inferior (25 hombres y 6 mujeres). La edad promedio fue de 43 ± 15 años, peso 79 ± 14 kg, altura 174 ± 8 cm e índice de masa corporal 27 ± 3 kg.m⁻². La visibilidad de las estructuras anatómicas fue buena en un 87% de los pacientes y moderada en el 13% de los pacientes (Figuras 1A y 1B). El tiempo para localizar el punto-



Figuras 1A e 1B

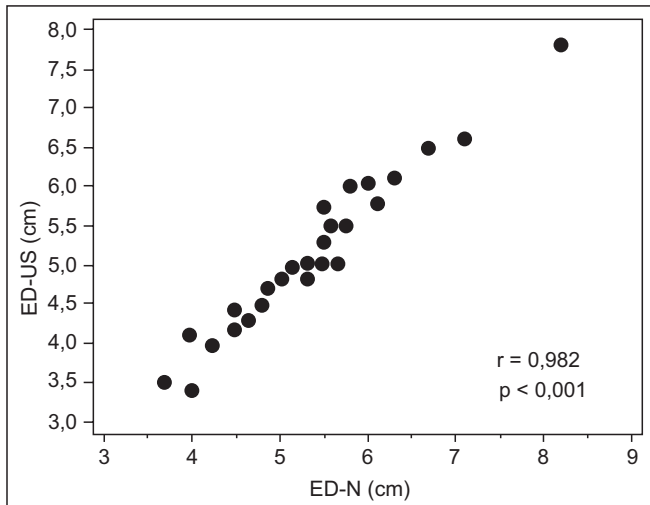


Figura 2 – Correlación entre la Profundidad del US (ED-US) en cm y la Profundidad de la Aguja (ED-N) en cm.

diana fue de 76 ± 18 segundos. El ED-US y el ED-N fueron de $5,15 \pm 0,95$ cm y $5,14 \pm 0,97$ cm respectivamente. Esas distancias no presentaron diferencias significativas ($p > 0,0001$). Además de eso, se observó la correlación significativa $r = 0,982$ [CI95% 0,963-0,992, $p < 0,0001$] entre las medidas del ED-US y ED-N (Figura 2). La Figura 3 muestra el análisis de Bland-Altman para esas medidas. La diferencia media (tendenciosidad) fue de 0,22 cm con una precisión de 0,18 cm [CI95% 0,15-0,29]. Los límites de concordancia fueron de -0,14 cm [CI95% (-0,25; -0,01)] a -0,58 cm [CI95% (-0,46; -0,70)].

Se realizó la anestesia raquídea en el primer intento en 24 pacientes (78%) en dos intentos en cinco pacientes (16%) y en cuatro intentos en un paciente (3%). El acceso fue imposible en un paciente (3%). Los puntos de referencia estaban ausentes antes de la localización en un 68% de los pacientes. La visibilidad de las estructuras anatómicas fue buena en un 87% de los pacientes y moderada en el resto.

DISCUSIÓN

Este estudio corrobora la utilidad del ultrasonido transversal que identifica las estructuras anatómicas axiales, dando informaciones importantes a los médicos que realizan la anestesia raquídea.

Comparación con estudios anteriores

Estudios anteriores realizados en pacientes no obesos han demostrado una buena correlación entre ED-US y ED-N: los datos aparecen en la Tabla I.

Hasta el momento, el US se ha usado en el caso de punción epidural en 76 pacientes quirúrgicos^{2,9}, 76 embarazadas

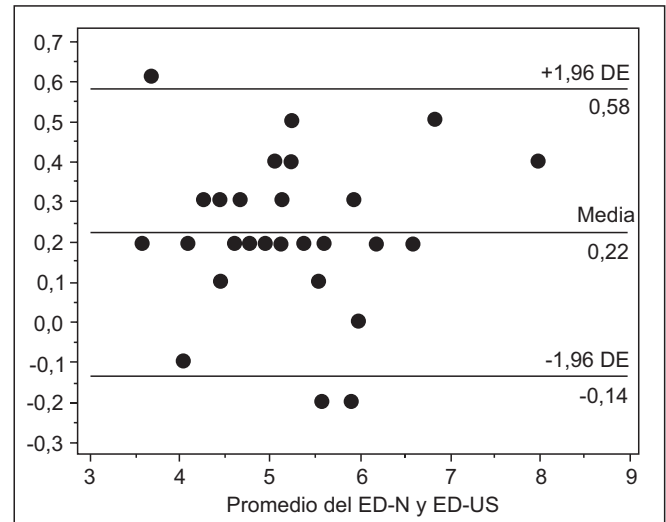


Figura 3 – Análisis de Bland-Altman: Concordancia entre la Profundidad del US (ED-US) y la Profundidad de la Aguja (ED-N).

que se sometieron a la cesárea bajo anestesia epidural^{10,11} y en 427 pacientes que recibieron analgesia epidural para el parto¹³⁻¹⁵. Sin embargo, en la mayoría de los estudios, el foco no fue la anestesia raquídea sino la anestesia epidural. El método de orientación indirecta por US permite la identificación de las vértebras lumbares en un barrido sagital en la línea media y la medición precisa de la profundidad del espacio intratecal. Ese procedimiento facilita la realización de la anestesia raquídea con la reducción de la incidencia de complicaciones en los pacientes en los cuales los puntos de referencia están oscuros^{9,10,16,17}.

El ultrasonido reduce los intentos de punción lumbar porque, antes de su uso, la palpación era la única manera de facilitar su realización. Una reducción significativa del número de punciones se ha establecido cuando en combinado anestesia raquídea y epidural³. Además, los mismos autores mostró el valor de las informaciones ecográficas pre punción a acceso lumbar en obstetricia⁴. Grau y col.⁵ han demostrado alteraciones en la anatomía de la columna vertebral y epidural durante el embarazo en 53 mujeres con el uso de US.

Este estudio refuerza la utilidad de las informaciones obtenidas antes de la punción, como el mejor punto para la punción, la profundidad del espacio intratecal y la visibilidad de las estructuras anatómicas del neuro eje. En algunos pacientes, la anestesia raquídea es un gran reto. Sin embargo, en este estudio, la incidencia de pacientes jóvenes en los cuales los puntos de referencia ósea no eran palpables fue un hecho inesperado. La evaluación de la palpación después de la concordancia de dos investigadores y no de uno solo, debería influir en esa incidencia. Pero incluso así, esa observación sorprendente no afectó los resultados de este estudio.

En 60 participantes (20 embarazadas y 40 voluntarias sanas en la cirugía general) Grau y col.⁵ demostraron que el acceso paramediano longitudinal suministra una ventana per-

Tabla 1 – Revisión de la Correlación y Precisión de la Punción Epidural Guiada por el US

| Estudios | Pacientes | Número | Profundidad (mm) | Correlación | Coefficiente Bland- Altman* |
|-------------------------------|---------------------------|--------|------------------|-------------|-----------------------------|
| Cork y col. ² | Ap | 36 | 45,0 | 0,98 | Sin datos |
| Currie ¹³ | Ap en obstetricia | 75 | 41,2 ± 8,1 | 0,92 | 5,4 |
| Wallace y col. ¹⁰ | Ap cesárea | 36 | 55,1 ± 2,1 | 0,98 | 5,4 |
| Bonazzi y col. ⁹ | Herniotomía | 40 | 51,0 ± 6,2 | 0,98 | Sin datos |
| Grau y col. ¹⁵ | Ap en obstetricia | 100 | 53,0 ± 7,0 | 0,79 | 6,8 |
| Grau y col. ³ | CSE cesárea | 80 | 51,5 ± 9,3 | 0,92 | 5,1 |
| Grau y col. ¹¹ | Difícil Ap en obstetricia | 36 | 57,5 ± 11,0 | 0,87 | 7,7 |
| Grau y col. ⁴ | Ap en obstetricia | 300 | 51,2 ± 7,0 | 0,83 | 6,9 |
| Arzola y col. ¹⁹ | Ap en obstetricia | 61 | 46,6 ± 6,8 | 0,88 | 6,6 |
| Lee y col. ¹² | Ap en obstetricia | 36 | 43,8 ± 5,1 | Sin datos | Sin datos |
| Balki y col. ²⁰ | Ap obesa en obstetricia | 46 | 63,0 ± 8,0 | 0,85 | Sin datos |
| Tran y col. ¹⁸ | Ap en obstetricia | 20 | 51,0 ± 11,0 | 0,80 | Sin datos |
| Karmakar y col. ²² | Ap | 15 | 57,1 ± 7,1 | Sin datos | Sin datos |
| Helavel y col. ⁷ | Ap | 60 | 49,7 ± 5,0 | 0,66 | Sin datos |

* Análisis de Bland y Altman de la precisión entre las medidas US de profundidad epidural y la estimación de la profundidad epidural estimada por la aguja. Ap: Anestesia epidural; CSE: anestesia epidural y espinal combinadas.

meable mayor, mejorando la calidad del diagnóstico antes de la punción para la anestesia o la analgesia del neuro eje ¹⁸. Pese a esa superioridad clásica del acceso paramediano longitudinal en la realización de un ultrasonido de la columna lumbar, se pudo identificar las estructuras del neuro eje con el uso del plano mediano transversal. En nuestra práctica clínica, ese abordaje parece estar más cercano de la realidad. Algunos estudios recientes usando el plano transversal han demostrado puntos de referencia confiables para la anestesia epidural ^{19,20}. En algunos casos, como en presencia de puntos de referencia óseos impalpables, los intentos fracasados de punción, paciente irritado, entre otros, en que el procedimiento no se desarrolla fácilmente como en un libro, sería posible usar los abordajes transversal y paramediano longitudinal como una herramienta complementaria ²¹. Además, por lo que sabemos, no existe ningún estudio prospectivo randomizado que compare el uso de los abordajes longitudinal y transversal en anestesia raquídea. Tampoco hemos observado calcificaciones significativas en el área del examen, probablemente por haber usado una población joven. La reflexión que está en esas calcificaciones a menudo se describe en el plano transversal, lo que dificulta el acceso lumbar especialmente en los pacientes ancianos.

Esperamos una pequeña diferencia entre las medidas ED-US y ED-N, pero ese grado de incerteza puede ser eliminado a través del monitoreo de la punción lumbar en tiempo real ²².

Usamos un transductor lineal de 5-10 MHz, aunque en la mayoría de los estudios un transductor sectorial de 2-5 MHz se usó en el ultrasonido de la columna lumbar, teniendo en cuenta que la Dirección de nuestra institución estaba en una situación financiera que la obligó a realizar elecciones difíciles. Por ese motivo, no podíamos comprar un equipo de ultrasonido completo y por lo tanto, no teníamos un transductor

sectorial de 2-5 MHz. Además, Ferre y col. ²³ en 2007, lograron identificar la estructura del neuro eje con un transductor lineal, con un buen delineamiento de esas estructuras en un 93,4% de los pacientes.

Implicaciones clínicas

Diversos relatos sugieren el uso de la US en situaciones anatómicas difíciles para la realización de la anestesia del neuro eje como la obesidad, la escoliosis o el edema. Pero incluso así tal vez sea preciso motivar el entrenamiento en presentaciones clínicas más fáciles para lograr la experiencia y el posterior éxito en la realización de una anestesia raquídea difícil o imposible sin los puntos de referencia del ultrasonido.

En un estudio randomizado que evaluó el acceso epidural en 72 pacientes con un historial de anestesia epidural difícil y/o con alteraciones ostensibles en la columna lumbar (con escoliosis, cifosis, lordosis e IMC > 33 kg.m²), Grau y col. ⁵ demostraron una mayor satisfacción, un puntaje mejor en la escala visual analógica y menos intentos de punción en el grupo del US (36 pacientes) ¹¹. Las ventajas incluyen la definición del objetivo, lo que facilita la punción lumbar y la visualización directa de las estructuras del neuro eje con menos contactos óseos, reduciendo así las complicaciones y los efectos colaterales. Ultrasonido espinal lumbar podría ser una herramienta clínica útil a facilitar inserción de agujas. Lee y col. ha demostrado que ultrasonido hace posible detectar anatomía espinal anormal ¹². Puede disminuir complicaciones como punciones epidurales no intencionales.

La anestesia pediátrica es otro campo en que la anestesia raquídea o la anestesia epidural representa un gran reto. La técnica de la pérdida de resistencia, generalmente realizada con los niños bajo anestesia general, se asoció con

las complicaciones y con los resultados adversos, incluyendo un déficit neurológico más grave, de resultados del trauma no intencional en la médula ^{24,25}. En un estudio prospectivo randomizado con 64 niños que calculó la posibilidad, el número de contactos óseos y la duración de la realización de la anestesia epidural con la ayuda del US, comparado con la técnica de la pérdida de resistencia, Willschke y col. ²⁶ demostraron que la visualización directa de la diseminación epidural del anestésico local es una alternativa confiable para verificar la posición del catéter epidural. Además, ellos evidenciaron que la ayuda del US por parte de profesionales con experiencia, reduce el riesgo, el contacto óseo y la duración de la colocación del catéter.

Limitaciones potenciales

Equipos sofisticados y caros y algunas veces las dificultades para obtener un buen desempeño, son algunas de las desventajas. La disponibilidad de un equipo de ultrasonido completo en nuestra institución también es otro problema. Por tanto, el aparato de ultrasonido a menudo se usa para otros abordajes profesionales, como el cateterismo venoso o la evaluación hemodinámica. El conocimiento de la anatomía ultrasonográfica y el entrenamiento, son elementos necesarios en el uso de esa tecnología. Algunas veces, la interpretación de las imágenes también es difícil. Además, la ventana acústica para el US de la columna es muy limitada ¹⁵. Eso explica en parte, la razón por la que el uso del US en la anestesia del neuro eje ha sido una fuente de falta de interés durante varias décadas.

Como colofón, podemos decir que la US nos suministra una estimación fiel de la profundidad del espacio intratecal y del delineamiento de las estructuras del neuro eje, pese a las limitaciones de nuestro aparato. Más estudios randomizados son necesarios para establecer el papel del US en la anestesia raquídea.

REFERENCIAS

1. Gray AT – Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology*, 2006;104:368-373.
2. Cork RC, Kryc JJ, Vaughan RW – Ultrasonic localization of the lumbar epidural space. *Anesthesiology*, 1980;52:513-516.
3. Grau T, Leipold RW, Conradi R, Martin E, Motsch J. Ultrasound facilitates localization of the epidural space during combined spinal and epidural anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*. 2001; 26:64-67
4. Grau T, Leipold RW, Conradi R, Martin E, Motsch J. Efficacy of ultrasound imaging in obstetric epidural anesthesia. *J Clin Anesth* 2002; 14:169-75
5. Grau T, Leipold RW, Horter J et al. – The lumbar epidural space in pregnancy: visualization by ultrasonography. *Br J Anaesth*, 2001;86:798-804.
6. Chin KJ, Chan V – Ultrasonography as a preoperative assessment tool: predicting the feasibility of central neuraxial blockade. *Anesth Analg*, 2010;110:252-3.
7. Helavel PE, Conceicao DB, Swarovsky C et al. – Evaluating the depth of the epidural space with the use of ultrasound. *Rev Bras Anesthesiol*, 2010;60:376-82.
8. Schlotterbeck H, Schaeffer R, Dow WA et al. – Ultrasonographic control of the puncture level for lumbar neuraxial block in obstetric anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2008;100:230-234.
9. Bonazzi M, Bianchi De Grazia L, Di Gennaro S et al. – Ultrasonography-guided identification of the lumbar epidural space. *Minerva Anesthesiol*, 1995;61:201-205.
10. Wallace DH, Currie JM, Gilstrap LC et al. – Indirect sonographic guidance for epidural anesthesia in obese pregnant patients. *Reg Anesth*, 1992;17:233-236.
11. Grau T, Leipold W, Conradi R et al. – Ultrasound control for presumed difficult epidural puncture. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2001;45:766-771.
12. Lee Y, Tanaka M, Carvalho JCA. Sonoanatomy of the lumbar spine in patients with previous unintentional dural punctures during labor epidurals. 2008; 33: 266-270
13. Currie JM – Measurement of the depth to the extradural space using ultrasound. *Br J Anaesth*, 1984;56:345-347.
14. Grau T, Leipold RW, Conradi R et al. – Paramedian access to the epidural space: the optimum window for ultrasound imaging. *J Clin Anesth*, 2001;13:213-217.
15. Grau T, Leipold R, Conradi R et al. – Ultrasonography and peridural anesthesia. Technical possibilities and limitations of ultrasonic examination of the epidural space. *Anaesthesist*, 2001;50:94-101.
16. O'Donnell D, Prasad A, Perlas A – Ultrasound-assisted spinal anesthesia in obese patients. *Can J Anaesth*, 2009;56:982-983.
17. Prasad GA, Tumber PS, Lupu CM – Ultrasound guided spinal anesthesia. *Can J Anaesth*, 2008;55:716-717.
18. Tran D, Kamani AA, Lessoway VA et al. – Preinsertion paramedian ultrasound guidance for epidural anesthesia. *Anesth Analg*, 2009;109:661-667.
19. Arzola C, Davies S, Rofaeel A et al. – Ultrasound using transverse approach to the lumbar spine provides reliable landmarks for labor epidurals. *Anesth Analg*, 2007;104:1188-1192.
20. Balki M, Lee Y, Halpern S et al. – Ultrasound imaging of the lumbar spine in the transverse plane: the correlation between estimated and actual depth to the epidural space in obese parturients. *Anesth Analg*, 2009;108:1876-1881.
21. O'Donnell D, Prasad A, Perlas A – Ultrasound assisted spinal anesthesia in obese patient. *Can J Anesth*, 2009;56:982-983.
22. Karmakar MK, Li X, Ho AMH et al. – Real time ultrasound-guided paramedian access evaluation of a novel in plane technique. *Br J Anaesth*, 2009;120:845-854.
23. Ferre RM, Sweeney TW – Emergency physicians can easily obtain ultrasound images of anatomical landmarks relevant to lumbar puncture. *J Emerg Med*, 2007;25:291-296.
24. Flandin -Blety C, Barrier G – Accidents following extradural analgesia in children. A result of a retrospective study. *Paediatr Anaesth*, 1995;5:41-46.
25. Rose JB – Spinal cord injury in a child after single shot epidural anesthesia. *Anesth Analg*, 2003;96:3-6.
26. Willschke H, Marhofer P, Bösenberg A et al. – Epidural catheter placement in children: comparing a novel approach using ultrasound guidance and standard loss of resistance technique. *Br J Anaesth*, 2006;97:200-207.