

El epidurograma: un método de verificación del espacio epidural en un modelo animal

Uriah Guevara*, Argelia Lara Solares**, Ramón de Lille Fuentes**, Carlos Rodríguez Celaya**, Hugo Maroto Zúñiga[§], Silvia Chaparro E**, Jorge García Andreu**, Joel Zagoya Ramírez

RESUMEN

El cada vez más frecuente abordaje del espacio epidural o intratecal con fines diagnósticos, pronósticos y/o terapéuticos, que permitan la invasión de éstos en forma aguda o crónica, obligan a identificar la ubicación de los catéteres instalados y la posible distribución de los agentes depositados a través de ellos; por lo que nos propusimos evaluar experimentalmente si el epidurograma cumple esta función, además de conocer algunas particularidades de la vía espinal. Con base a este objetivo se implantaron 64 ratas Wistar con catéteres epidurales por microcirugía, administrando material radiopaco, efectuando estudio radiológico y evaluación neuroconductual (tiempo de retiro de las patas y cola) al frío y calor, encontrando hallazgos radiológicos que se corroboraron con el estudio necrológico, y a su vez correlacionando resultados con las estimaciones neurofuncionales, lo que sugiere que la epidurografía es un método consistente y confiable; resultando una herramienta eficaz para la exploración del espacio epidural (*Rev Mex Anest 1997;20:110-115*).

Palabras clave: Espacio epidural, epidurograma, radiología

ABSTRACT

The epidurogram: A Method of Validation of Epidural Space in an Animal Model. Due to the increasing frequency of epidural space manipulation either for diagnosis, prognosis or therapeutic proposes, an accurate knowledge of epidural catheters is warranted, as well as the distribution of the regional anesthetics considering the latter, our objective was to evaluate if the peridurogram is a reliable method to analyze the characteristics of the epidural space. Sixty four male Wistar rats were implanted with an epidural catheter using microsurgery. Radiographic control using radiopaque dye was performed. Neuroconductual and physical analysis was also done (paw retirement at hot and cold indwelling) post-mortem analysis showed good correlation with radiographic findings. Our results suggest that peridurogram is a reliable method to evaluate epidural space (*Rev Mex Anest 1997;20:110-115*).

Key Words: Epidural Space, epidurogram, radiological findings.

EL CADA VEZ más frecuente abordaje del espacio epidural o intratecal con fines diagnósticos, pronósticos y/o terapéuticos, el desarrollo tecnológico y el descubrimiento de nuevos recursos para invadir a éstos, con nuevos tipos y marcas de agujas o por

catéteres de dimensiones y materiales diversos, obligan a conocer con un grado de certeza considerable su ubicación y la posible distribución de los agentes depositados en el raquis.

La práctica diaria de la anestesia y analgesia regionales implica entre otras cosas, el abordaje y manipulación del espacio epidural, depositando en él sustancias con fines anestésicos, analgésicos y/o adyuvantes de unos u otros, requiriéndose para la administración de estas sustancias la instalación de catéteres epidurales temporales o por tiempos prolongados.

* Médico Algólogo, Investigador Asociado del Laboratorio de Dolor Clínico y Experimental de la Clínica del Dolor, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán y Anestesiólogo del Hospital de Traumatología Magdalena de las Salinas. Instituto Mexicano del Seguro Social. ** Clínica del Dolor del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. [§]Clínica del Dolor del Instituto Nacional de Cancerología S.S. Correspondencia: Uriah Guevara López. Clínica del Dolor del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Vasco de Quiroga No 15 Tlalpan México D.F. Trabajo recibido Mayo 2, 1997

Sin embargo, en la práctica clínica, resultan frecuentes las dificultades técnicas durante la cateterización del espacio epidural, además de las posibles complicaciones inherentes al empleo tanto agudo como crónico de las sustancias depositadas^{1,2}. Por ejemplo, se han observado y descrito casos de analgesia parcial y/o segmentaria, así como bloqueo sensitivo-motor insuficiente o nulo, a pesar de una técnica de abordaje aparentemente exitosa y adecuada. Lo anterior obliga a complementar la analgesia e inclusive a modificar la técnica originalmente planeada, que potencialmente puede incrementar la morbilidad trans y postanestésica. Existe también la interrogante acerca de las complicaciones que pudiesen desarrollarse al dejar instalado en forma crónica un catéter epidural³⁻⁵, situación bastante común en el caso del manejo del dolor crónico.

Al ser éste un tema poco explorado, surge la necesidad de buscar la explicación anatómica o funcional de estos hallazgos clínicos⁶. Un método al que se ha encontrado gran utilidad, para estudiar el espacio epidural es la epidurografía, que consiste en inyectar a través de un catéter medio de contraste, para determinar su ubicación mediante estudio radiográfico, lo cual informa sobre la ubicación del sitio de la punta y la distribución y extensión del volumen inyectado, detectándose con bastante precisión si se está en el lugar requerido, así como las posibles variantes anatómicas que expliquen los hallazgos clínicos⁷⁻¹².

Recientemente se han descrito características anatómicas que posiblemente explicarían los comportamientos inesperados de los fármacos depositados en el espacio epidural, la existencia de la *plica mediana dorsalis*, que divide el espacio epidural en un compartimento ventral y dos dorsolaterales, lo que fue comprobado mediante este método¹³⁻¹⁵.

Algunos reportes han intentado corroborar los métodos convencionales de verificación (pérdida de la resistencia de Whoosh) con la epidurografía, otros identificar las causas del probable paso de los anestésicos locales depositados en el epidural al subaracnoideo en las punciones inadvertidas de la duramadre.

Se ha reportado que la visión epidurográfica es de una ayuda invaluable, y los beneficios para los pacientes son mayores que el riesgo potencial de la exposición a la radiación. Se ha mencionado que en el caso de falla de la anestesia/analgesia, las determinaciones epidurográficas por TC o RX simples pueden ser muy útiles en la evaluación acertada de las razones subyacentes de ésta falla^{15,16}.

A pesar de éstos estudios, realizados en humanos post mortem o en vivo, y de los recientes avan-

ces tecnológicos¹⁷ que se han empleado para demostrar la anatomía del espacio epidural, no existe un acuerdo unánime en cuanto al empleo de este recurso de manera sistemática.

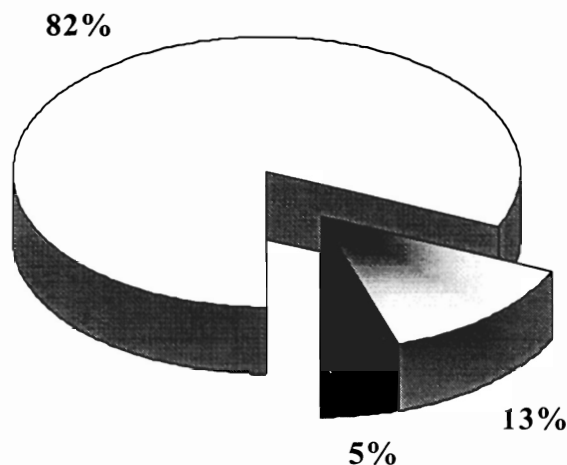
Con este objetivo, basados en reportes previos se desarrolló un modelo animal, para demostrar la eficacia de la epidurografía como método de verificación del sitio, posición del catéter, y el patrón de distribución del medio de contraste administrado a través de los catéteres epidurales instalados por visión directa, mediante microcirugía en ratas Wistar, además de evaluar si el tiempo de permanencia del catéter genera cambios neurofuncionales e histopatológicos en los animales estudiados.

MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio, se seleccionaron 64 ratas de la cepa Wistar de ambos sexos, con peso promedio de 350 g, las cuales se cuarentenaron y socializaron en grupos de 5 en cada caja de observación durante una semana, en condiciones laborales de luz, oscuridad, humedad y alimento *ad libitum*. Una vez adaptadas, se efectuó evaluación conductual a las 08:00 y a las 16:00 hrs., según código estandarizado en el laboratorio (tipo de apoyo de extremidades, coloración, temperatura, signos de hipotrofia, actividad, ingesta, sueño/vigilia, y marcha o movimientos anormales), además de registrarse peso, consumo de alimento y agua diariamente. Así mismo, se efectuaron las mediciones basales de los umbrales (latencia del retiro de la pata) para frío y calor de cada pata trasera y retiro de la cola.

Técnica de implante:

Después de anestesiar a los animales, con tiobarbituratos por vía intraperitoneal (Pentobarbital sódico 5 mg/Kg), y mantenerlos con éter inhalado, se rasura el dorso, previa asepsia y antisepsia. Bajo observación directa con microscopio de luz, se efectúa una incisión longitudinal de 1.5 centímetros sobre la línea media de la columna lumbar entre L₁-L₄; se disecan los planos hasta descubrir las apófisis espinosas superior e inferior, disecándose los músculos interespinosos; se toma la apófisis espinosa de la vértebra superior desplazándola de abajo-arriba y de atrás-adelante con lo que se hace aparente el espacio intervertebral correspondiente, exponiéndose el virtual espacio epidural, en el cual se introducen cuidadosamente 2 cm de catéter (Minipack 19G de nylon de 0.63mm, y/o teflón 19G), una



□ Epidural ■ Intratecal ■ Indeterminado

Figura 1. Control radiológico del epidurograma experimental (n = 64). Ver texto

vez corroborado el sitio de instalación se fija mediante sutura a los planos musculares y fascias, para luego tunelizarlo cefálicamente empleando una aguja de Touhy en un punto medio entre ambas orejas; fijando el catéter a la piel mediante sutura, luego de adaptar conector convencional, para la administración crónica de sustancias exógenas.

Epidurograma:

Setenta y dos horas después (tiempo estimado de recuperación postquirúrgica), bajo anestesia inhalatoria con éter; se realizó epidurograma (Rx AP y lateral), para confirmar la posición del catéter, con 0.02 ml para visualizar el sitio de la punta, y 0.02 ml para evaluar la distribución del medio de contraste (Conray 60%: Yodotalamato de meglumina; Optiray 320: ioversol y trometamina).

Observaciones posteriores:

Setenta y dos horas después del epidurograma se inició la evaluación conductual y neurofuncional, cronometrado la latencia del retiro de las patas traseras, en agua fría (10 °C), y en agua caliente (45 °C), y de la cola (54 °C). Se observó además tipo de marcha, movimientos anormales y aspecto de las patas posteriores, tales como: color, volumen, tipo de apoyo, dificultad motora e hipersensibilidad.

Al final del experimento, se sacrificaron en diferentes tiempos de permanencia del catéter, utilizando intervalos entre 10 y 30, 31 y 50, y mayores

de 50 días. Obteniendo por disección la columna vertebral en bloque fijándola para posteriormente liberar el contenido del raquis y enviarlo a estudio histopatológico.

RESULTADOS

El peso promedio de los animales fue de 348 ± 17.6 g, y se incluyeron 48 machos y 16 hembras. El estudio radiológico demostró que la ubicación del catéter era en el 81.7% epidural, 13.3 % subaracnoidea y en el 5% en un sitio indeterminado, de acuerdo al patrón de distribución del medio de contraste administrado por el catéter (Fig. 1).

Las complicaciones observadas al implante fueron reportadas en el 20% de los animales, describiéndose entre éstas: dificultades técnicas, muerte durante la anestesia y hematoma en el sitio de la incisión.

Durante el período de observación conductual, el 19% de los animales se mostraron irritables, 8% con somnolencia profunda, 8% hiperactivas, y en el resto no se observó ninguna variación con relación a la conducta habitual previa al implante. El 70% de los animales no mostró ninguna alteración neurológica; en el 30% restante se encontraron trastornos tales como déficit motor de una o ambas patas, cambios tróficos, marcha claudicante y deformidad de alguna de las patas traseras.

La permanencia del catéter varió en rangos que fueron 11 a 30 días en el 47% de los animales; el 18% un período menor a 10 días, y en el 35% restante más de 31 días; encontrándose 5 animales con un tiempo de más de 50 días (Fig. 2).

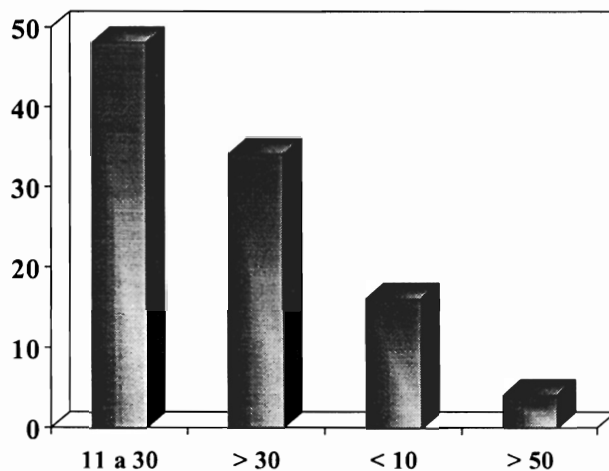


Figura 2. Tiempo de permanencia del catéter (n = 64). Ver texto.

Cuadro I. Alteraciones conductuales

Conducta	Epidural	Intratecal	Indeterminado
Irritabilidad	8	1	3
Somnolencia	2	2	1
Hiperactividad	3	1	1

El 84% de los animales al término del experimento fueron sacrificados con una sobredosis de tiobarbituratos intraperitoneales, el 16% restante presentó muerte espontánea, la mitad (8%) murieron inmediatamente después de la administración del medio de contraste (Conray), y el resto por diversas causas ajenas al método.

De la población estudiada en el momento de la necropsia, el catéter estaba colocado en el espacio epidural sin ningún signo macroscópico de daño local (85.1%); en el 11.6 % en posición intratecal y en el 3.6 % se encontró el catéter fuera del raquis. De estos últimos, en un animal el catéter se encontraba en posición intramedular, lo que se pudo correlacionar posteriormente con el comportamiento y análisis neurológico.

Al correlacionar el tiempo de permanencia del catéter con los cambios conductuales se observó que los animales que tuvieron colocado el catéter en un período comprendido entre 11 y 30 días se mostraron hiperactivas e irritables, y los animales con períodos de permanencia mayores de 30 días, presentaron somnolencia acentuada.

Relacionando el sitio de implante y la observación conductual, se encontró que de los animales con catéter ubicado en el espacio epidural, 8 mostraron irritabilidad, 2 somnolencia y 3 hiperactividad (Cuadro I). Del grupo de subaracnoideo 1, 2 y 1, respectivamente; y en el tercer grupo, sólo 3 presentaron irritabilidad, uno se mostró somnoliento, y uno hiperactivo.

Al comparar el sitio de ubicación del catéter con la presencia de signos neurológicos, se encontró que 12 de los animales identificados como epidurales, tuvieron alguna alteración en la exploración neurológica, 2 de los instalados en el subaracnoideo y 5 de la ubicación indeterminada.

Con relación al tiempo que permaneció el catéter instalado y la presencia de signos neurológicos, se encontró que en el período comprendido entre 11 y 30 días, 10 animales tuvieron trastornos neurológicos diversos, tales como: hipersensibilidad, hemiparesia, y marcha claudicante principalmente.

De igual forma, 6 animales con permanencia de 40 a 60 días presentaron los mismos signos.

En cuanto al tipo de complicaciones, y tipo de catéter, en el grupo de Perifix, 2 animales presentaron déficit motor, 2 quedaron colocados fuera del raquis; del grupo de Minipack 19G, un animal presentó déficit motor, uno estuvo colocado fuera del raquis, y uno intramedular.

Finalmente, de los animales que presentaron complicaciones en el momento del implante del catéter, 5 se encontraron ubicados en el sitio requerido (epidural), 3 se encontraron en el espacio subaracnoideo, y 5 correlacionaron dificultad a la instalación con colocación indeterminada.

DISCUSION

Por los resultados obtenidos, se puede determinar que, a pesar de que la instalación del catéter epidural en este modelo animal fue bajo observación directa mediante el microscopio de luz, se encontró al efectuar la epidurografía que un porcentaje de los catéteres no estaban en el sitio deseado, de igual forma un porcentaje pequeño a pesar de verificar que no existiera salida de líquido cefalorraquídeo, el medio de contraste se distribuía con un patrón típico de imagen subdural, lo que nos hace reflexionar en el sentido de que si esto ocurre cuando se expone el espacio epidural a cielo abierto, resulta comprensible y aceptable que en los pacientes, cuando se emplea una técnica a ciegas se puede presentar cualquier contingencia. Se han descrito e inferido múltiples razones para justificar la falla del método, lo que propicia analgesia parcial lateralizada, incompleta, o falla total¹⁻⁴, o bien efectos indeseables no buscados como la acción de los anestésicos sobre las astas anteriores de la médula por depósito intratecal e inclusive neurotoxicidad, eventualidades atribuidas a causas tales como enrollamiento del catéter, cambio de la dirección deseada por causa desconocida, salida por los agujeros de conjunción, o por probables cambios histológicos propiciados por procedimientos anestésicos previos^{4,5}, sin embargo frecuentemente se quedan en el plano de las especulaciones.

En la última década se ha escuchado y escrito desde los trabajos de Blomberg en 1989¹⁷, quien empleando casos de autopsia y epiduroscopia demostró una banda de tejido conectivo dorsomedial en el espacio epidural lumbar en humanos. En el mismo contexto Morisot¹⁵ comenta la existencia real de una compartimentalización medial del espacio epidural

que posteriormente sería denominada *plica medialis dorsalis* de la duramadre¹²⁻¹⁶; lo cual explica que a pesar de tener la certeza de un fácil y exitoso abordaje del espacio epidural los resultados serán inciertos o parciales, estas estructuras se han evidenciado mediante imágenes radiológicas, tomográficas u observaciones transquirúrgicas que nos hacen reflexionar lo cuidadoso que un anestesiólogo debe ser para evaluar sus técnicas invasivas.

Por otra parte, el clínico requiere de un método de corroboración del sitio de la punta del catéter y del grado de difusión de las sustancias depositadas en estas estructuras, en el presente estudio se buscó correlacionar la confiabilidad del método radiológico con la ubicación del catéter después de la necropsia y llama la atención que según el estudio radiológico que en el 81.7% de los animales el catéter se encontraba en el espacio epidural, en el estudio necrológico en el 85.1% estaba en este sitio, lo cual sugiere que el epidurograma es un método seguro de verificación ya que el error de interpretación fue menor del 5% en esta serie estudiada.

Al comparar el sitio de ubicación radiológica con la presencia de signos neurológicos, se encontró que en 12 animales identificados con imagen de posición epidural, tuvieron alguna alteración en la exploración neurológica, solamente 2 de los subaracnoideos y 5 con ubicación indeterminada. Los trastornos neurológicos observados en el 30% de los animales estudiados estaban caracterizados por déficit motor de una o dos patas, cambios tróficos, marcha claudicante o deformidad de alguna de las patas traseras, el 70% de los sujetos no se observó cambio alguno; sin embargo en el momento de la necropsia no se pudieron correlacionar estos hallazgos ya que de la totalidad de los animales con cambios neurológicos, el catéter se encontraba en el espacio epidural en 18 de ellos, en un caso en catéter estaba intramedular lo que se correlacionó con el análisis conductual y neurológico del animal, en 3 ratas el catéter se encontraba fuera del raquis.

Esto nos lleva a reflexionar que independientemente del sitio de ubicación del catéter epidural, se pueden encontrar cambios neurológicos de menor o mayor intensidad, lo que puede ser transpolado a la práctica clínica, razón por la que una búsqueda exhaustiva de síntomas o signos neurológicos debe efectuarse en los días siguientes a los procedimientos de anestesia regional, ya que todo procedimiento invasivo sobre todo a estructuras tan sensibles y vulnerables, pudieran afectarse por múltiples causas, y solo si son buscadas, pudieran subsanarse o

tratarse oportunamente o prevenirse tales consecuencias.

Una variable que resulta indispensable discutir es la relacionada al tiempo de permanencia del catéter y daño neurológico, ya que esto se ha esgrimido como argumento en contra de la permanencia crónica de los catéteres en el espacio epidural, al grado que para algunos sectores médicos esta práctica sólo está relegada para casos excepcionales. Sin embargo, cada vez es más frecuente la necesidad de instalar un catéter con un doble propósito, anestesia y analgesia postoperatoria, la cual se puede prolongar por varios días según el padecimiento o condiciones clínicas; razón por la que es imprescindible conocer los efectos potenciales de los catéteres instalados crónicamente.

En este estudio, una vez concluidas las observaciones determinadas previamente y con el propósito de observar la historia natural de la permanencia del catéter en forma crónica se decidió observar conductual y neurológicamente (hemiparesia, hiperalgesia y/o marcha claudicante) a un grupo de animales hasta los 60 días después de terminado el estudio, no observando diferencias significativas entre los animales, en los que el catéter permaneció entre 11 y 30 días y en los que este estuvo 60 días (10 y 6 animales respectivamente); lo cual apoya al menos en este grupo que la permanencia crónica del catéter no favoreció cambios neurológicos por esta razón.

Los resultados obtenidos aunque no son totalmente transpolables a los humanos, por las diferencias biológicas, podrán ser consideradas como un marco de referencia, además que el modelo propuesto podrá ser empleado, con otros propósitos de investigación básica.

Por lo anterior la epidurografía puede considerarse como un recurso conveniente cuando se quiera evidenciar el sitio y las características del espacio epidural, independientemente de la existencia de otros métodos de mayor precisión, como la utilización de fibras ópticas (epiduroscopia) para la visualización directa de éste¹⁷, lo cual sin duda resolverá en un futuro lo que en el momento resulta una necesidad, sin embargo este recurso tecnológico aún no está difundido en nuestro país y no se cuenta con experiencias reportadas, por lo que la epidurografía es la opción, ya que su disponibilidad en cualquier centro hospitalario de segundo o tercer nivel lo hacen un método económico, confiable, seguro, accesible y fácil de realizar lo cual sin duda aportará al médico y a los pacientes un recurso de verificación

para los catéteres instalados aguda o crónicamente a nivel espinal.

REFERENCIAS

1. Parnass SM, Schmitd KJ. Adverse effects of spinal and epidural anesthesia. *Drug safety* 1990;5:179-194.
2. Peyton PJ. Complications of continuous spinal anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1992;20:417-438.
3. Rigler ML, Drasner K. Distribution of catheter-injected local anesthetics in a model of the subarachnoid space. *Anesthesiology* 1991;75:684-692.
4. Peduto VA, Tani R, Marinelli L, Pani S. Bilateral analgesia and unilateral paresis after lumbar epidural Blockade. *Anesth Analg* 1992;74:294-296.
5. Lewis MP, Tomas P, Wilson LF, MV, Holland RC. The Whoosh test. A clinical test to confirm correct needle placement in caudal epidural injections. *Anesthesia* 1992;47:57-58.
6. Sevolane RE. Anatomy of the human lumbar epidural space: New insights using CT epidurography. *Anesthesiology* 1988;68:217-220.
7. Yaksh T, Rudy T. Chronic catheterization on the spinal subarachnoid space. *Physiology & Behavior* 1976;17:1031-1036.
8. Van den Hoogen RH, Clapert FC. Long term Catheterization of the lumbar epidural space in the rats. *Pharmacol Biochem Behav* 1981;15:515-516.
9. Guevara U, De Lille R, Cortez R, Rodriguez C. El epidurograma en un modelo animal implantado crónicamente. Memorias del congreso Internacional de "Dolor y cuidados paliativos" México D.F. 1992.
10. Bahar M, Rosen M, Vickers MD. Chronic cannulation of the intradural or extradural space in rat. *Br J Anaesth* 1984;56:405-410.
11. Durant PAC, Yaksh TL. Epidural injections of bupivacaine, Morfine, Fentanyl, Lofentanyl, and DADL in chronically implanted rats: a pharmacological and pathologic study. *Anesthesiology* 1986;64:43-53.
12. Ross BK, Coda B, Healt CH. Local anesthetic distribution in a spinal model: a possible mechanism of neurologic injury after continuous spinal anesthesia. *Regional Anesthesia* 1992;17:69-77.
13. Gentili ME, Sammi K. Anesthesie epidurale iterative apres-breche dure-merienne. Analyse pat peridurographie. *Ann Fr Anesth Reanim* 10 (6); 580-2, 1991.
14. Calleja, MA. Extradural analgesia and previous spinal surgery. A radiological appraisal. *Anaesthesia* 1991;46:946-947.
15. Morisot P. L'espace epidural lombaire posterieur est-il cloisonne?. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1992;11:72-81.
16. Gallard L. Clinical and radiological evidence of the epidural plica mediana dorsalis. Clinical reports. *Anesth Analg* 1990;71:698-71.
17. Blomberg, R. The lumbar epidural space in patients examined with epiduroscopy. *Anesth Analg* 1989;68:157-160.