

ANESTESIA SUBARACNOIDEA CONTINUA

P. Casanovas, G. Murga

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor
Hospital de Figueres. Girona. España.

La anestesia subaracnoidea continua (ASC) se realiza mediante la colocación de un catéter en el espacio subaracnoideo, que nos permite inyectar dosis fraccionadas de anestésico local o de otro tipo de drogas, como pueden ser los opioides.

Dean en 1907 fue de hecho el primero en describir la ASC: «Se coloca una aguja en el canal durante la intervención, y en cualquier momento puede inyectarse más droga sin mover al paciente» (1).

En 1940 Lemmon describe el uso de una aguja maleable (2). Lemmon y Paschal en un estudio sobre 500 casos utilizado esta técnica, describen las ventajas que tiene sobre la inyección única:

- 1.- Disminución de los defectos tóxicos, ya que permite el uso de dosis menores de anestésico local que con la dosis única.
- 2.- Podemos conseguir el grado de bloqueo motor y sensitivo que nosotros deseamos.
- 3.- Cese de la acción del anestésico una vez terminada la intervención.

En 1944 el capitán Edward B Tuohy describe la primera ASC mediante la colocación de un catéter (3). Introduce un catéter uretral del número 4 a través de una aguja de calibre número 15 en el espacio lumbar.

En 1983, Peterson y col. (4) describen el uso de un equipo de peridural con aguja de Husted del nº 18 G y catéter del 20 G. Se cree que el catéter produce una reacción inflamatoria de la duramadre en el **lugar de la punción. Cuandose retira el catéter, el edema y el exudado fibrinoso que resulta del proceso inflamatorio cierra el aguejero y previene la pérdida de LCR. Esto explicaría el bajo porcentaje de cefalalgias postpunción.**

En 1987 y 1990 Hurley y Lambert publican los resultados preliminares sobre la colocación en el espacio subaracnoideo de un microcatéter del 32 G a través de una aguja del 26 G (5,6).

Técnica

La punción se realiza con el paciente en decúbito lateral con la mesa en posición horizontal o bien 5-10° de Trendelenburg. El abordaje se hace por vía medial estándar, que es nuestro hospital se realiza con una aguja de Tuohy del nº 18 y catéter del nº

20 o bien una tuohy del nº 19 con un catéter del nº 21; Munhall y col. observan que se produce un porcentaje de fallos cercano al 6% cuando se realiza la punción en la línea media (7), en cambio no se produce ningún fallo al usar la vía de abordaje paramedial. A continuación dirigiremos el bisel de la cefálicamente hasta localizar el espacio peridural por pérdida de resistencia con aire, una vez estamos en el ligamento amarillo o inmediatamente después de él, el bisel debe rotarse 90° para que sea paralelo a las fibras durales antes de entrar en el espacio subaracnoideo, de este modo sepamos las fibras sin lesionarlas (8). Inmediatamente antes de entrar en el espacio subaracnoideo, retiramos el fiador de la aguja e introducimos el catéter dentro de la misma, que actúa a modo de tapón (9), para así impedir la salida de LCR a chorro y cuando éste fluya procedemos a la introcción del catéter unos 2-3 cm dentro del espacio subaracnoideo en dirección cefálica. Si encontramos resistencia retiramos la aguja 1 ó 2 mm, ya que a veces la aguja de Tuohy, al ser roma, forma una tienda con la duramadre, entrando demasiado y el catéter al penetrar choca con la pared anterior (10,11). Si es imposible dirigirlo en dirección cefálica lo intentaremos en dirección caudal. Una vez colocado y comprobada la salida de LCR libre por el catéter, puede inyectarse AL a través de él. Se recomienda usar filtros Millipore en el extremo distal del catéter para todas las dosis **administradas.**

Es preferible realizar la punción en el espacio L3-L4 ya que el catéter asciende 1 ó 2 espacios. cuando se dirige en dirección cefálica y podría producirse una lesión medular durante la punción o introducción del catéter. Además se ha demostrado que el porcentaje de errores al localizar el espacio L4-L5 es alto (33-59%) cuando éste se identifica mediante la palpación de la cresta iliaca superior con el paciente en decúbito lateral y trazando una línea vertical imaginaria que cruzaría por la línea media de L4, siendo el nivel real superior en 1 ó 2 espacios (12,13).

Los niveles de anestesia subaracnoidea necesarios para la intervenciones quirúrgicas más frecuentes podemos verlos en la tabla 1.

Tabla 1. Nivel de anestesia subaracnoidea necesaria para las intervenciones más frecuentes (14)

NIVEL	TRATAMIENTO QUIRURGICO
D4-D5 (pezones)	Cirugía abdominal superior
D6-D8 (xifoides)	Cirugía intestinal (incluyendo apendicectomía), cirugía pélvica ginecológica y cirugía ureteral y de pelvis renal.
D10 (ombligo)	Resección transuretral, cirugía de muslo, amputaciones de la extremidad inferior.
L2-L3 (rodilla y zonas inferiores)	Cirugía del pie
S2-S5 (perineo)	Cirugía perineal, hemorroidectomía, dilataciones anales y otras.

SOLUCIONES ANESTÉSICAS

el factor más importante que influye sobre la distribución del AL en el LCR es la densidad de la solución inyectada y su relación con la densidad del LCR (1.0003 gr./ml). La baricidad de una solución anestésica es la razón entre la densidad de la solución anestésica y la densidad del LCR a 37°C. Si la baricidad de una solución es 1.0, será por definición, isobática. Los anestésicos locales utilizados pueden ser hiper - iso o hipobáticos, con baricidades mayores de 1.0015, igual a 1.000 y por debajo de 0.9990 respectivamente (15). Para preparar una solución hiperbática, diluiremos al AL con dextrosa al 8-10%; isobática lo diluiremos con solución fisiológica y si la queremos hipobática con agua destilada.

Tabla 2. Soluciones anestésicas más utilizadas en nuestro hospital

	Baricidad calculada
Licocaina:	
Isobática 2%	1.0003
Hiperbática 5%	1.0265
Bupivacaina:	
Isobática 0.5%	0.9984
hiperbática 0.5%	1.0230
Hipobática 0.25%	0.9920
Isobática 0.25%	0.9993
Hiperbática 0.25%	1.0205
Hipobática 0.15%	0.9942

En un estudio realizado comparando Bupivacaina al 0.25% hipo, hiper e isobática (16) en ASC con catéter del nº 20G en posición horizontal, se encuentra que el nivel de analgesia obtenido con bupivacaina hiperbática (T4) es mayor que el obte-

nido con la solución isobática (T11) o hipobática (L1) con la misma dosis (7.5 mg). La anestesia en el grupo hipobático fue insatisfactoria en más de la mitad de los pacientes (8/15). Los cambios hemodinámicos fueron más acusados en el grupo hiperbático con un descenso de la presión arterial media (PAM) del 30+/-16%, mientras que el grupo isobático fue del 18+/-13% y en el hipobático de 14+/-9%. La bupivacaina isobática se consideró la mejor por ser la más controlable, pero fueron necesarias dosis mínimas de 10-12.5 mg para obtener un nivel de anestesia adecuado. En condiciones similares la bupivacaina hiperbática produce mayores trastornos homodinámicos y la hipobática tiene una incidencia de fallos demasiado alta.

Cuando utilizamos bupivacaina isobática la dosis en mg tiene una mayor influencia sobre la calidad de la anestesia que el volumen o la concentración. Se ha visto que administrando dosis equivalentes ((22.5 mg) de bupivacaina a| 0.5% - 4.5 ml o al 0.75% - 3 ml ambas son igualmente eficaces (17).

En otro estudio comparando dos soluciones hipobáticas al 0.25% de bupivacaina y tetracaina, administrados a través de un catéter del nº 20 colocado en el espacio subaracnoideo (dosis de 7.5 mgr), sólo un paciente de los 15 del grupo de la bupivacaina necesitó una dosis adicional. Llegando a la conclusión que tanto la tetracaina como la bupivacaina hipobáticas proporcionan un nivel de anestesia adecuado para la cirugía de la cadera en pacientes geriátricos (18).

En nuestro Servicio realizamos un estudio con Bupivacaina hipobática al 0.15% administrada a través de un catéter subaracnoideo del nº 20 en 20 pacientes geriátricos (19), la dosis media necesaria para alcanzar un nivel de anestesia adecuado fue de 6.75+/-1.35 mgr (3 a 9 mg), el máximo descenso de la presión arterial fue del 17.25% a los 45', el tiempo de latencia fue de 6.3+/-4.8 minutos consiguiendo una anestesia adecuada en el 100% de los casos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNICA

El bloqueo subaracnoideo continuo tiene una serie de ventajas tanto sobre la dosis única como sobre el bloqueo epidural continuo:

- 1.- Requiere dosis mucho menores que en el bloqueo epidural o que en la anestesia subaracnoidea con dosis única (AS), eliminándose prácticamente la posibilidad de reacciones tóxicas.. en un estudio comparativo entre la ASC y la AS (20) la dosis total de anestésico local (AL) (bupivacaina 0.5% isobática) necesaria fue significativamente menor en el grupo ASC, 7.7+/-0.8 mg versus 16+/-

- 3.7 mg en el grupo AS. También fue significativamente menor al grado de bloqueo motor en el grupo ASC, no encontrándose diferencias en cuanto al nivel de bloqueo sensitivo a pesar de que la dosis utilizada en la ASC fue menor. Esto puede explicarse por la inserción del catéter 2-3 cm con lo que alcanzamos niveles superiores al efectuar la inyección de AL.
- 2- Puede realizarse cuando el paciente ya está colocado para la intervención, disminuyendo así los potenciales peligros de la inestabilidad cardiovascular.
 - 3- Podemos conseguir más fácilmente el nivel de bloqueo sensitivo que nosotros deseamos como consecuente disminución de la inestabilidad cardiovascular. Ya que pueden administrarse pequeñas dosis de AL de diferentes concentraciones y baricidad según las necesidades del paciente, de la intervención y de la posición del enfermo (21).
 - 4- Si empleamos bajas dosis de anestésicos de corta duración el periodo de recuperación es muy corto.
 - 5- Podemos prolongar la duración de la anestesia indefinidamente.
 - 6- Al final de la intervención podemos administrar opiáceos subaracnoideos para prolongar la analgesia postoperatoria.
 - 7- El hecho que fluya LCR a través del catéter nos da seguridad absoluta sobre el espacio en que estamos con menor porcentaje de fallos (1.7% (21).

DESVENTAJAS

- 1- A veces se requiere más tiempo para la colocación del catéter, que puede ser dificultosa. Mientras que la colocación de un catéter peridural requirió 6.2+/-1.3 min. de media con un 100% de éxitos, se tardó 11.6+/-2.8 min. en la colocación de un catéter subaracnoideo del 32G con un 58% de éxitos, siendo la diferencia estadísticamente significativa (22). Los resultados en cuanto a la dificultad o imposibilidad de colocación del catéter son variables, siendo técnicamente más difícil la colocación de los microcatéteres, sin embargo en un estudio reciente sobre 180 pacientes (23), se utilizaron 116 macrocatéteres 20G o mayores) que necesitaron una media de 1.5 intentos en 1.3 niveles, mientras que en los otros 61 casos se utilizaron microcatéteres (28G o menores) necesitándose 1.6 intentos en 1.3 niveles. De manera que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. En otro estudio en que se compara la ASC con la anestesia epidural conti-

nua (AEC), el porcentaje de fallos con la ASC fue del 1.7%, mientras que con la AEC fue del 9% superior a la hallada en otras publicaciones, probablemente debido a la avanzada edad de los pacientes y a la relativa experiencia de los anestesiólogos (21).

- 2- Puede haber una mayor incidencia de cefalalgias con catéteres de grueso calibre. Existen resultados controvertidos en relación al porcentaje de cefalalgias postpunción dural (CPPD), Denny en un estudio sobre 117 pacientes utilizando una aguja de Hustead del n° 18, con un catéter del n° 20 G sólo tiene un caso de CPPD, tratándose de un paciente de 29 años (24). Sin embargo, Carbaat y Crebel (25), en un estudio prospectivo sobre 100 pacientes con una edad media de 49 años encuentran un 37% de CPPD utilizando también una aguja del n° 18.

La incidencia de CPPD aumenta con la utilización de agujas de mayor calibre y disminuye a medida que aumenta la edad del paciente. La dirección del bisel de la aguja al atravesar la dura también influye, siendo la incidencia menor cuando el bisel se inserta paralelamente a las fibras de la duramadre (26,27). Aunque el orificio abierto en la dura por una aguja del n° 18 es grande, el catéter inducido actuaría como tapón, minimizando la salida de LCR hacia el espacio epidural. A su vez se produciría una reacción inflamatoria en la dura alrededor del lugar de la punción, de modo que al retirar el catéter, el edema y el exudado fibronoso resultante de la reacción inflamatoria taparía el agujero de la duramadre impidiendo la salida de LCR (24) y disminuyendo así el porcentaje de CPPD.

Hurley y Lambert utilizando catéteres de pequeño calibre (36-in) con un diámetro interior de 0.2mm, tiene una incidencia de CPPD del 4% (2 de 58 pacientes) (6).

- 3- Existe el peligro potencial de infección, trauma nervioso y hemorragia.

Aunque estas complicaciones suelen ser raras.

INDICACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Ginecología:	Obstetricia:	Herniorrafias
Histerectomía	Cesárea	
Legrados	Cerclages	
Anexectomía	Parto vaginal	
Resecciones de cuello		
Intervenciones sobre miembro inferior:		
Ortopédicas	Vasculares	Amputaciones
Intervenciones urológicas:		
Resección transuretral	Cistoscopia	Prostatectomía abierta
Implante de pene	Orquiectomía	
Cirugía perineal y rectal:		
Quiste de Bartholino	Fisuras anales	Hemorroides

También está indicada en los siguientes casos (28):

- 1- Pacientes críticos en los que la posibilidad de administrar dosis bajas de AL, disminuye el peligro de trastornos hemodinámicos.
- 2- La duración de la intervención se prevé que será mayor que el tiempo de acción de una dosis única de AL.
- 3- En intervenciones cortas en las que el hecho de poder reinyectar, no permite usar bajas dosis de AL de corta duración, facilitando así la recuperación.
- 4- Cirugía vascular, donde puede ser necesaria la reintervención en el postoperatorio inmediato.

Las contraindicaciones de la ASC son las mismas que para la anestesia subaracnoidea a dosis única, estas pueden ser absolutas o relativas. Las contraindicaciones absolutas serían:

- 1- Infección en el lugar de la punción.
- 2- Septicemia o bacteriemia.
- 3- Shock o hipovolemia severa.
- 4- Enfermedad previa de la médula espinal. Esta contraindicación se basa en la hipótesis de que el tejido nervioso anormal es más sensible a la neurotoxicidad de los AL que los tejidos nerviosos normales.
- 5- Aumento de la presión intracraneal por el riesgo de herniación de los centros vasomotores y respiratorios medulares.
- 6- Alteraciones en los mecanismos de la hemostasia.
- 7- Negativa del paciente o pacientes con alteraciones psiquiátricas.
- 8- Falta de habilidad o inexperiencia del anestesiólogo. En un estudio comparativo entre médicos residentes y de staff, los primeros tuvieron un 6% de fallos en la colocación de un catéter del nº 20 a través de una aguja de Tuohy del 18, contra ninguno el grupo de médicos más experimentados.

Además los 6 casos fallidos sobre un total de 100 pacientes, fueron realizados con éxito por los anestesiólogos del staff (29).

Las contraindicaciones relativas incluyen:

- 1- Intervención quirúrgica mayor, por encima del ombligo utilizando la ASC como técnica única, aunque se utiliza con frecuencia combinada con la anestesia general.
- 2- Deformidades de la columna vertebral, cifoscoliosis importante y fusión de vértebras lumbares a distintos niveles. En estos casos efectuaremos una radiografía de columna para estudiar las posibilidades de realizar la técnica.
- 3- Cefalea severa crónica o dolor de espalda.
- 4- Imposibilidad de conseguir la punción después de tres intentos, cuando esto ocurra abandonamos

la técnica o recurriremos a otro anestesiólogo más experimentado.

- 5- Imposibilidad de obtener LCR a través de la aguja de punción tras su rotación por los cuatro cuadrantes.

COMPLICACIONES

Formación de nudos en el catéter, por ello no debe introducirse más de 2 ó 3 cm. en el espacio subaracnoideo.

Rotura del catéter, suele producirse cuando se intenta retirar el catéter a través de la aguja. Cuando no sea posible avanzar el catéter, este se retirará siempre conjuntamente con la aguja y repetiremos el procedimiento en otro espacio intervertebral. Si se produce una rotura del mismo, este se deja, informando al paciente de ello. En el estudio realizado por Hurley y Lambert se produjo rotura del catéter en dos pacientes (6).

Salida del catéter.

Lesiones nerviosas.

Colocación del catéter dentro de un vaso. Aunque a muy bajas las dosis de AL utilizadas no suele tener graves consecuencias.

En estos últimos años se han descrito varios casos de cauda equina después de ASC (30,31). Este síndrome se caracteriza por incontinencia urinaria y fecal de distinto grado, pérdida de la sensibilidad en el área perineal y debilidad en las piernas. La combinación de una mala distribución del AL y una dosis alta son las resultantes del efecto neurotóxico, los microcatéteres pueden dar lugar a una mala distribución del AL (30).

En los casos publicados encontramos una serie de similitudes:

- 1- El uso de lidocaina al 5% en dextrosa al 7.5% (50 mgr/ml).
- 2- Un efecto anestésico menor al esperado con la dosis administrada.
- 3- Una dosis total de lidocaina superior a 100 mgr.
- 4- Una dosis inicial de lidocaina de 100 mgr. o más para conseguir un nivel anestésico adecuado.

La mala distribución del AL es debida a que la velocidad del flujo con que éste pasa a través del microcatéter es muy lenta (31).

Así pues para disminuir la neurotoxicidad tendremos en cuenta las siguientes sugerencias (30):

- 1- El catéter debe ser introducido suficientemente dentro del espacio subaracnoideo para mantener su posición y evitar que se mueva.
- 2- Se utilizará la dosis mínima necesaria de AL.
- 3- Después de la dosis test, debe determinarse la extensión del bloqueo y si se sospecha una mala distribución del AL realizaremos maniobras,

como cambios de posición del paciente, alteración de la curvatura lumbosacra, cambiar la baricidad del AL o manipular la posición del catéter.

- 4- Si estas maniobras fallan abandonaremos la técnica.

Se han utilizado modelos del espacio subaracnoideo para estudiar que ocurre cuando inyectamos un AL a través de un catéter (32.33), así como estudios radiológicos para determinar su posición (34). En los catéteres dirigidos sacralmente se produce una distribución restringida, cuando utilizamos un AL hiperbárico, produciéndose una concentración alta de AL la distribución en cambio es más uniforme cuando utilizamos soluciones menos densas (isobáricas por ejemplo). La velocidad de inyección es otro factor crítico, las inyecciones rápidas tienden a distribuirse más uniformemente resultando concentraciones menores. Por ejemplo, al inyectar a través de un catéter del 20G colocado en dirección sacra, lidocaina al 5%, la concentración del AL osciló entre el 0.41% (inyección en 5 segundos) hasta 2.39% (inyección en 20s), lo mismo ocurre con catéteres de pequeño calibre (28G) cuanto mayor es la velocidad de inyección más uniforme es la distribución del AL (32).

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Dean HP. Discussion on the relative value of inhalation and injection of inducing anesthesia. *Br Med J* 1907; 5:869-77.
- 2.- Lemmon WT. A method for continuous spinal anesthesia. *Ann Surg* 1940; 11:141-4.
- 3.- Tuhoy EB. Continuous spinal anesthesia: its usefulness and technique involved. *Anesthesia* 1944; 5:142-8.
- 4.- Peterson DD, Borup JL, Chesnut JS. Continuous spinal anesthesia: a case review and discussion. *Reg Anesth* 1983; 8:109-13.
- 5.- Hurley RJ, Lambert DH. Continuous spinal anesthesia with a microcatheter technique. *Reg Anesth* 1987; 12:54.
- 6.- Hurley RJ, Lambert DH. Continuous spinal anesthesia with a microcatheter: preliminary experience. *Anesth Analg* 1990; 70:97-102.
- 7.- Munhall RJ, Sukhani R, Winnie AP. Incidence and etiology of failed spinal anesthetics in a University Hospital. *Anesth Analg* 1988;67:843-8.
- 8.- Norris MC, Leighton BL, De Simone ChA. Needle Bevel direction and headache after inadvertent dural puncture. *Anesthesiology* 1989; 70:729-31.
- 9.- De Andrés JA. A puncture technique for continuous subarachnoid block. *Br J Anaesth*.
- 10.- Möllmann M, Holstd D, Enk D et al. Spinaloskopie zur darrellung von problemen bei der kontinuierlichen spinalanaesthesia. *Anaesthesist* 1992; 41:544-7.
- 11.- Telford RJ, Hollway TE. Observations on deliberate dural puncture with a Tuhoy needle: pressure measurements. *Anaesthesia* 1991; 46:725-7.
- 12.- Van Gessel EF, Forster A, Gamulin Z. Continuous spinal anesthesia: where do spinal catheters go?. *Anesth Analg* 1993; 76:1004-7.
- 13.- Levins FA. Accuracy of placement of extradural needles in the L3-L4 interspace: comparison of two methods of identifyng L4. *Br J Annaesth* 1991; 66:381-2.
- 14.- Bridenbaugh PO, Greene NM. Bloqueo Nervioso intradural (subaracnoideo). En bloques nerviosos en anestesia clínica y tratamiento del dolor. Cousins MJ, Bridenbaugh PO. Barcelona Ediciones Doyma 1991; 7:215-56.
- 15.- Greene NM. Distribution of local anesthetic solutions within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985; 64:715-30.
- 16.- Van Gessel EF, Forster A, Schweizer A, Gamulin Z. Comparison of hypobaric, hyperbaric and isobaric solutions of bupivacaine during continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1991; 72:779-84.
- 17.- Bengtsson M, Malmqvist LA, Edström HH. Spinal analgesia with glucosefree bupivacaine - effects of volume and concentration. *Acta Anaesthesiol Scand* 1984; 28:583-6.
- 18.- Van Gessel EF, Forster A, Gamulin Z. Surgical repair of hip fractures using continuous spinal anesthesia: comparison of hypobaric solutions of tetracaine and bupivacaine. *Anesth Analg* 1989; 68:276.81.
- 19.- Casanovas P, Martinez-Almagro JA. Anestesia subaracnoidea continua con bupivacaina hipobárica.
- 20.- Sabaté A, Asbert R, Gracia T, Camprubi I, Sopena R, Udina E. Regional anesthesia and elderly patients. Continuous subarachnoid anesthesia versus sigle dose in peripheral vascular surgy. *Reg Anesth* 1994; 19:79-84.
- 21.- Sutter PA, Gamulin Z, Forster A. Comparison of Continuous spinal and continuous epidural anaesthesia for lower limb surgery in elderly patients. *Anaesthesia* 1989; 44:47-50.
- 22.- Run GW, Mostrom JL, Keifer JC, Riemondy S: Evaluation of a 32 gauge catether for continuous spinal anesthesia during lithotripsy. *Reg Anesth* 1991; 15 1s).
- 23.- Bevacqua BK, Slucky AV, Cleary WF. Spinal catheter size and hyperbaric lidocaine dosing. *Reg Anesth* 1994; 19:136-41.
- 24.- Denny N, Masters R, Pearson D. Postdural puncture headache after continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1987; 66:791-4.
- 25.- Carbaat P, Van Crebel H. Lumbar Puncture headache: controlled study on the preventative effect of 24 hours bed rest. *Lancet* 1981; 2:1133-5.
- 26.- Mihic DN. Postspinal headache and relationship of needle bevel to longitudinal dural fibers. *Reg Anesth* 1985; 10:76-81.
- 27.- Norris MC, Leighton BL, De Simone ChA. Needle bevel direction and headache after inadvertent dural puncture. *Anesthesiology* 1989; 70:729-31.
- 28.- Hurley RJ. Continuous spinal anesthesia. *International Anesthesiology Clinics* 1989; 27:46-50
- 29.- Van Gessel EF, Forster A, Gamulin Z. A prospective study of the feasibility of continuous spinal anesthesia in a University Hospital. *Anesth Analg* 1995; 80:880-5.
- 30.- Rigler ML, Drasner K, Kresjlie TL, Yelich SJ, Scholnick FT, Defontes J, Bohner D. Cauda equina syndrome after continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1991; 72:275-81.
- 31.- Lambert DH, Hurley RJ. Cauda equina syndrome and continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1991; 72:817-9.
- 32.- Rigler ML, Drasner K. Distribution of catheter-injected local anesthetic in a model of the subarachnoid space. *Anesthesiology* 1991; 75:684-92.
- 33.- Ross BK, Coda B, Heath CH. Local anesthetic distribution in a spinal model: a possible mechanism of neurologic injury after continuous spinal anesthesia. *Reg Anesth* 1992; 17:69-77.
- 34.- Chan VWS, Smyth RJ. Radiographic examination of catheter position in restricted sacral block after continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1992; 75:449-52.