



Laboratorio de cateterización cardíaca y el anestesiólogo

Dr. Fco. Javier Molina-Méndez*

* Jefe del Dpto. de Anestesiología Cardiotorácica. Instituto Nacional de Cardiología. México D.F.

El laboratorio de cateterización cardíaca en la era moderna es un lugar de intervención multimodal donde los pacientes son programados para una variedad de procedimientos diagnósticos y terapéuticos.

La historia de la cateterización cardíaca en humanos se remonta a 1929, cuando Werner Forssmann se insertó un catéter hasta la aurícula derecha por la vena antecubital.

En 1964 Charles T Dotter introdujo el concepto de angioplastía transluminal.

En 1977 Andreas Gruentzig realiza la primera angioplastía coronaria transluminal en Zurich.

En los años 30 Castellanos describe la primera cateterización en pediatría como herramienta diagnóstica.

En 1968 Rashkind efectúa una atrioseptostomía con balón, para mejorar la oxigenación en un recién nacido con transposición de grandes arterias, siendo el primer procedimiento intervencionista.

La cateterización cardíaca se ha reservado para niños muy pequeños y severamente enfermos, con cardiopatías congénitas muy graves y complejas cuyo diagnóstico no es posible a través de la ecocardiografía o la resonancia magnética y/o que requieran procedimientos intervencionistas o imágenes específicas para la cirugía.

En el Texas Heart Institute se efectúan aproximadamente 10,000 pacientes por año que necesitan del apoyo del anestesiólogo en el laboratorio de hemodinamia, en nuestro hospital (Instituto Nacional de Cardiología) se efectúan aproximadamente 2,400 procedimientos que requieren apoyo del anestesiólogo).

Los procedimientos que requieren apoyo en sala de hemodinamia o en otros sitios que conlleven atención de anestesia son:

- Angiografía diagnóstica tanto pediátrica como adultos, estos últimos generalmente en estado hemodinámica inestable, que llevan o requieren apoyo farmacológico agresivo y/o asistencia circulatoria con algún método específico ejm. Balón intraaórtico de contrapulsación.

- Angioplastía coronaria transluminal con globo y/o stent durante la fase aguda de la isquemia (Infarto agudo de miocardio)
- Estudios electrofisiológicos y ablaciones de diferentes haces de conducción que condicionan arritmias, tanto auriculares como ventriculares
- Exclusión de aneurismas aórticos abdominales, torácico o ambos
- Valvuloplastías tanto de adultos como de niños
- Cierre de defectos septales tanto auriculares como ventriculares
- Colocación de marcapasos y/o desfibriladores para corrección de arritmias ventriculares o sincronización de la contracción
- Colocación de dispositivos como el TandemHeart percutáneo para asistencia circulatoria

El manejo anestésico en sala de hemodinamia es un reto para el anestesiólogo, considerando la complejidad de los procedimientos y las múltiples comorbilidades de los pacientes.

Debe considerarse que estas salas en la mayoría de los hospitales están lejos de las salas de operaciones o de los estudios de gabinete o de almacenes como son la farmacia, banco de sangre etc. Así mismo debe cuidarse de las radiaciones que se emiten durante el procedimiento, ya que éstas han sido asociadas a diferentes alteraciones celulares que pueden degenerar a «cáncer» en diferentes sitios, es imperativo cubrirse hasta donde sea posible de la exposición y traer un dosificador de lectura a largo plazo.

El uso de medios contrastados y la fluoroscopia en grandes dosis puede alterar otros sistemas como puede ser la osmolaridad o el daño en pacientes susceptibles como el diabético, o el paciente con antecedentes de alergia. Estos agentes se han asociado a arritmias auriculares y ventriculares, así como fenómenos tromboembólicos que pueden llevar a infartos del miocardio o eventos cerebrovasculares. Las com-

plicaciones tromboembólicas han sido asociadas además a tiempos largos del procedimiento, tipo de catéter. En el niño el medio de contraste se ha asociado a hipotensión.

La nefotoxicidad y el desarrollo de insuficiencia renal también se han relacionado, aunque su mecanismo para esto es todavía incierto. El mecanismo presumido es relacionando a la toxicidad química directa y a los efectos de hipertonicidad en los glóbulos rojos llevando a una deformidad de los mismos y por ende comprometiendo el flujo y dando como resultado hipoperfusión a órganos blancos.

Aunque se ha usado furosemide, manitol, dopamina, fenoldopan, y acetilcisteína para prevenir el daño renal; sin embargo, una estabilidad hemodinámica y una buena hidratación puede ser la mejor defensa para la nefotoxicidad inducida por contraste.

MANEJO ANESTÉSICO

La definición más comúnmente aceptada y útil, desde un punto de vista práctico de sedación está dada por la Academia Americana de Pediatría. Ésta enfatiza el hecho que la sedación es un continuo que va desde el estado despierto, pasando por sedación consciente (o sedación y analgesia para la Asociación Americana de Anestesiología), luego sedación profunda, hasta llegar finalmente a la anestesia general. Para conocer en qué estado se encuentra un paciente, debemos analizar las siguientes 3 características:

- 1. Preservación de los reflejos protectores.
- 2. Capacidad de mantener vía aérea permeable.
- 3. Presencia de respuestas apropiadas a estimulación física u órdenes verbales.

La figura 1 muestra esquemáticamente la relación existente entre las características mencionadas y el paso gradual desde el estado despierto hasta la anestesia general.

Es así como por ejemplo, la sedación profunda se caracteriza por un paciente que no conserva los reflejos protectores, no puede mantener independientemente su vía aérea permeable y no puede responder apropiadamente a la estimulación física u órdenes verbales.

Este paciente puede pasar fácilmente al estado de anestesia general. En ambos casos, existe con mayor frecuencia, que en los estados anteriores, el riesgo de presentar paro cardiorrespiratorio.

De acuerdo a las características clínicas del paciente y dependiendo del procedimiento al cual será sometido, se puede decidir qué nivel de sedación es el más adecuado para él.

Los pacientes ASA I o II son buenos candidatos para sedación consciente o profunda. Los pacientes ASA III o IV, requieren condiciones específicas dependientes de su patología subyacente.

Los requerimientos anestésicos en estas salas pueden variar desde el cuidado anestésico monitoreado hasta una anestesia general con monitoreo invasivo y otras modalidades como puede ser la ecocardiografía transesofágica. El procedimiento a efectuar puede ser largo y llevar a inestabilidad hemodinámica o pérdida de sangre significativa.

La intubación orotraqueal o mascarilla laringea es comúnmente usada en infantes o niños programados para valvuloplastía con balón, aplicación de «coils» en colaterales aortopulmonares, aortoplastías con balón o stent, y aplicación de dispositivos para cierre de defectos septales tanto auriculares como ventriculares. Con la nueva técnica de ecocardiografía intracardíaca estos dispositivos pueden ser colocados bajo sedación profunda y ventilación espontánea en niños.

La anestesia regional tanto epidural como espinal puede ser llevada a cabo dependiendo del operador tanto de anestesia como del intervencionista.

El uso prevalente de antihemostáticos y antitrombóticos como el clopidogrel, heparinas de bajo peso molecular, y

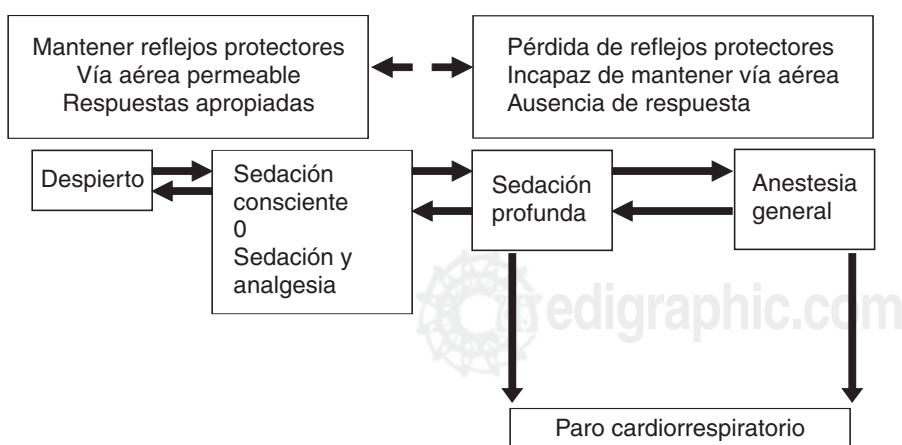


Figura 1. Espectro de sedación.

warfarina, el riesgo de hemorragia y la formación de un hematoma epidural debería ser siempre considerado; a pesar de que la incidencia de compromiso neurológico ha sido estimada a ser < 1/200,000 casos con anestesia espinal y < 1/150,000 casos con anestesia epidural. Debe hacerse énfasis cuando se juntan con drogas como el abciximab y eptifibatide, los cuales afectan significativamente la función plaquetaria y la hemostasia.

Existen procedimientos como la reparación endovascular con stent en aorta tortuosa que puede perforarse y tener sangrado agudo, convirtiendo la sala de hemodinamia en sala quirúrgica por lo que es necesario tener disponibles paquetes globulares y aparatos de infusión rápida, así como ayuda de personal entrenado en anestesia.

Durante el mapeo electrofisiológico y ablación, el uso de drogas inotrópicas y vasopresores debe encaminarse a tener menos efectos proarritmogénicos; ya que esto ayudaría al electrofisiólogo a un mapeo basal satisfactorio y a un mejor resultado de la ablación de los tractos de conducción.

Cuando se usa el electrocauterio en la colocación de desfibriladores internos automáticos la placa debe quedar lejos de las derivadas y de la fuente, ya que éstos pueden interferir con los umbrales de descarga, inhibiéndose o desprogramándose, por lo que es necesario un magneto transdérmico en sala siempre para convertir marcapasos a modo asincrónico y suprimir terapias antitauquicardia en los desfibriladores automáticos implantables.

Los estudios electrofisiológicos y las ablaciones con radiofrecuencia de focos arritmogénicos son frecuentemente llevados a cabo en niños con taquicardia supraventricular y síndrome de Wolf-Parkinson-White; en otras circunstancias estos niños son postquirúrgicos de tetralogía de Fallot, Mustard o Senning, transposición de grandes arterias u operación de Fontan, por lo que es imperativo tener el arsenal farmacológico disponible en sala de cateterismo.

Existen varias drogas que se pueden utilizar en el laboratorio de cateterismo para sedación y anestesia en niños. Estudios de riesgo en la población pediátrica, derivados de información recibida por la Food and Drug Administration y la US Pharmacopoeia muestran consideraciones:

1. Todos los sedantes y opioides han causado problemas, aun a las dosis recomendadas.
2. En todas las áreas en que se ha usado sedación han reportado eventos adversos.
3. Los niños entre 1 y 5 años se encuentran en mayor riesgo. La mayoría sin tener patología severa subyacente.
4. La depresión respiratoria, obstrucción de la vía aérea y apnea son los eventos adversos más frecuentes.

5. Los eventos adversos se asocian a combinaciones de drogas, errores de drogas o sobredosis, inadecuada evaluación y monitorización del paciente, inexperiencia del operador y alta precoz.

Este estudio enfatiza el valor de la oximetría de pulso en la monitorización. Un mayor número de pacientes que no fueron monitorizados resultaron con daño neurológico o muerte, en comparación con aquellos que sí lo fueron.

La supervisión adecuada de los pacientes a quienes se ha administrado drogas sedantes es obligatoria. No es recomendable indicar su administración antes de llegar a un área en que puedan ser vigilados. Algunas drogas utilizadas para sedación y analgesia en niños sólo son aprobadas por la Food and Drug Administration para ser usadas después de ciertas edades: fentanyl desde los 2 años, morfina desde los 12 años, propofol desde los 2 años. Este factor debe tenerse en cuenta, cuando se va a indicar alguna de ellas. El midazolam está aprobado para todas las edades.

El nivel de sedación o anestesia general a administrar depende de diversos factores. De los derivados del procedimiento a efectuar se puede mencionar: si éste es doloroso o no, si requiere cooperación por parte del paciente durante su realización, si se va a administrar medio de contraste oral, si se efectúa en posiciones no fisiológicas, etc. También debe tenerse en cuenta el período de ayuno y el grado de urgencia del examen.

En relación a las drogas que se pueden utilizar en niños para sedación y anestesia general, se mencionarán brevemente las más usadas.

HIDRATO DE CLORAL

Es uno de los sedantes más utilizados en lactantes y niños menores de 3 años en EUA, principalmente cuando la sedación es efectuada por No Anestesiólogos. Puede ser administrado por vía oral o rectal. Sus principales desventajas son su larga latencia (30 a 60 minutos) y su duración prolongada (vida media de 10 horas). El rango de dosis va desde 25 a 100 mg x kg⁻¹, sin exceder 1 g por dosis y 2 g por día.

MIDAZOLAM

Es una droga muy útil para sedación debido a su efecto amnésico, corta duración de acción (vida media de 100 minutos), posibilidad de administración por varias vías (oral, nasal, intramuscular, intravenosa) y además por disponer de un agente antagonista específico como es el flumazenil. Su principal problema es que en ciertas ocasiones puede tener efecto paradójico.

FENTANYL

Es usado para procedimientos cortos y dolorosos. Es un opioide potente (100 veces más que la morfina), con rápido inicio de acción y duración de acción intermedia (30 a 45 minutos). Se dispone de antagonista específico como es la naloxona. Su efecto depresor respiratorio (4 horas), es más largo que su efecto analgésico. Administrado en forma rápida, puede ocasionar apnea y/o rigidez de la pared torácica.

KETAMINA

Es un muy buen analgésico y amnésico, que puede administrarse por vía oral, rectal ($6-10 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$), intramuscular ($2 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$), e intravenosa ($0.25-0.5 \text{ mg} \times \text{kg}^{-1}$).

Como efectos secundarios aumenta la frecuencia cardíaca, aumenta la presión arterial e intracraneana y puede producir disforia y alucinaciones. Aumenta las secreciones, pudiendo ocasionar laringoespasio. Produce broncodilatación. A grandes dosis se utiliza como anestésico general.

PROPOFOL

Tiene efectos sedantes, hipnóticos y antieméticos. Tiene un rápido comienzo de acción y corta duración, puede administrarse en infusión continua sin prolongar el tiempo de despertar. La experiencia clínica en niños muestra que puede ocasionar sedación profunda, obstrucción de la vía aérea y deja la vía aérea desprotegida.

ANESTESIA GENERAL

Puede utilizarse cualquier agente halogenado, prefiriendo el sevofluorano para inducción ya que es mejor tolerado por los niños. Dependiendo del ayuno, se puede manejar la vía aérea con cánula oral o nasal, mascarilla laríngea o tubo endotraqueal. El uso de relajantes musculares es opcional.

Todas estas drogas pueden ocasionar problemas, aun en las dosis recomendadas, más aun cuando se utilizan combinaciones o asociaciones de ellas, por lo que en este caso, se requiere una vigilancia estrecha y una monitorización adecuada.

COMPLICACIONES

La administración de sedación o anestesia en sala de hemodinamia no está exenta de complicaciones. Entre éstas podemos mencionar las que comprometen el sistema respira-

torio: obstrucción de la vía aérea, laringoespasio, depresión respiratoria y apnea; las cardiovasculares: compromiso hemodinámico, arritmias; la sedación inadecuada o fallida; los vómitos y la reacción paradójica a las drogas.

Todas ellas, con el manejo adecuado, no presentaron secuelas posteriores. Un 6.7% de los pacientes presentaron emesis, un 19.2% agitación de grado variable (la mayoría leve). El procedimiento se realizó en forma satisfactoria en el 98% de los casos.

Durante la realización de tomografía computada y resonancia magnética bajo sedación con hidrato de cloral, benzodiacepinas y opioides como drogas únicas o asociadas, la aparición de complicaciones respiratorias llegó al 2.9%.

La sedación inadecuada se observó en el 16% de los casos y fallida en el 7%. Aproximadamente un 3% de los pacientes presentaron eventos adversos derivados de la medicación: náuseas y vómitos, reacción paradójica y sobredosis inadvertida.

En otro estudio, que incorpora además procedimientos cardiológicos (cateterizaciones cardíacas y ecocardiogramas), la utilización de las mismas drogas anteriores, muestra un 5.5% de pacientes con desaturación de oxígeno (menor al 90% del basal), 0.6% debido a obstrucción de la vía aérea superior. Sedación inadecuada se presentó en un 13.2%. En menor porcentaje aparecieron complicaciones de tipo cardíaco (menor al 1%: hipotensión, bradicardia y taquicardia supraventricular) y reacción adversa a la medicación (2%: reacción paradójica y vómitos sin aspiración).

Debe hacerse notar que en todos estos pacientes se utilizaron las dosis recomendadas. Niños menores de un año, ASA III o IV aparecen como predictores de riesgo aumentado de presentar efectos adversos relacionados con la sedación.

La sedación inadecuada se presenta con bastante frecuencia en estas series. Esto hace replantearse cuál será el mejor método para realizar los procedimientos en niños. Probablemente la anestesia general tenga una mayor indicación, ya que si bien es cierto, se requiere contar con mayor equipamiento y personal para ello, el tiempo que se ahorra en repetir exámenes o reprogramarlos, hace que se deba tener en cuenta esta alternativa.

En el Instituto Nacional de Cardiología aproximadamente el 95% de los exámenes de resonancia magnética y tomografía computada efectuados en pacientes menores de 10 años, que requieren apoyo anestesiológico, se realizan con anestesia general.

Todos los pacientes después de terminado el procedimiento pasan a un área para continuar su manejo en forma estricta, o en su defecto pasan a sala de operaciones cuando se requiera en forma inmediata.

REFERENCIAS

1. Brezis M, Epstein FH. A closer look at radiocontrast-induced nephropathy. *N Engl J Med* 1989;320:179-181.
2. Briguori C, Manganelli F, Scarpato P, et al. Acetylcysteine and contrast agent-associated nephrotoxicity. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:298-303.
3. Briguori C, Tavano D, Colombo A. Contrast agent-associated nephrotoxicity. *Prog Cardiovasc Dis* 2003; 45:493-503.
4. Castellanos AR, Pereiras R, Varcia A. Angiocardiography in the child. Proceedings of the 7th Congress of the Pan-American Medical Association, Havana. 1939;75-82,109-113.
5. Gerlach AT, Pickworth KK. Contrast medium-induced nephrotoxicity: Pathophysiology and prevention. *Pharmacotherapy*. 2000;20:540-548.
6. Horlocker TT, Wedel DJ, Benzon H, et al. Regional anesthesia in the anticoagulated patient: Defining the risks (the second ASRA consensus conference on neuraxial anesthesia and anticoagulation). *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:172-97.
7. Horlocker TT. Complications of spinal and epidural anesthesia. *Anesthesiol Clin North America*. 2000;18:461-85.
8. King SB. Angioplasty from bench to bedside to bench. *Circulation* 1996;93:1621-1629.
9. Mueller R, Sanborn T. The history of interventional cardiology. *Am Heart J* 1995;129:146-172.
10. Myler R, Stertzer S. Coronary and peripheral angioplasty: Historic perspective, Textbook of Interventional Cardiology. 2nd ed. Vol. 1. Topol E, ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 1993.
11. Onishchuk JL, Carlsson C. Epidural hematoma associated with epidural anesthesia: Complications of anticoagulant therapy. *Anesthesiology* 1992;77:1221-1223.
12. Parfrey PS, Griffiths SM, Barrett BJ, et al. Contrast-induced renal failure. *N Engl J Med* 1989;320:143-149.
13. Rao TLK, El-Etr AA. Anticoagulation following placement of epidural and subarachnoid catheters: An evaluation of neurologic sequelae. *Anesthesiology* 1981;55:618-620.
14. Rashkind WJ, Miller WW. Transposition of the great arteries. Results of palliation by balloon atrioseptostomy in thirty-one infants. *Circulation* 1968;38:453-462.
15. Rosenquist RW, Brown DL. Neuraxial bleeding: Fibrinolytics/thrombolytics. *Reg Anes Pain Med* 1998;23:152-156.
16. Rudnick MR, Goldfarb S, Wexler L, et al. Nephrotoxicity of ionic and nonionic contrast media in 1,196 patients: A randomized trial. The Iohexol Cooperative Study. *Kidney Int* 1995;47:254-261.
17. Schwab M, Healthy MA, et al. Contrast nephrotoxicity: A randomized controlled trial of a nonionic and ionic radiographic contrast agent. *N Engl J Med* 1989;320:149-153.
18. Vandermeulen EP, Van Aken H, Vermylen J. Anticoagulants and spinal-epidural anesthesia. *Anesth Analg* 1994;79:1165-1177.
19. Kaplan RF. Sedation and analgesia for children undergoing procedures outside the operating room. *Refresher Courses in Anesthesiology* 2000;28:69-79.
20. Barnewolt CE, Chung T. Techniques, coils, pulse sequences, and contrast enhancement in pediatric musculoskeletal MR imaging. *MRI Clin North Am* 1999;6:441-53.
21. Hall SC. Sedation and analgesia for diagnostic and therapeutic procedures in children. *IARS 2000 Review Course Lectures* 54-59.
22. Green SM, Rothrock SG, Lynch EL, et al. Intramuscular ketamine for pediatric sedation in the emergency department: safety profile in 1,022 cases. *Ann Emerg Med* 1998;31:688-97.
23. Malviya S, Voepel-Lewis T, Eldevik OP, et al. Sedation and general anesthesia in children undergoing MRI and CT: adverse events and outcomes. *Br J Anaesth* 2000;84:743-8.
24. Malviya S, Voepel-Lewis T, Tait AR. Adverse events and risk factors associated with the sedation of children by nonanesthesiologists. *Anesth Analg* 1997;85:1207-13.
25. Minocha A, Srinivasan R. Conscious sedation: Pearls and perils. *Dig Dis Sci* 1998;43:1835-44.
26. Weissend EE, Litman RS. Paediatric anaesthesia outside the operating room. *Curr Opin Anaesthetol* 2001;14:437-40.

