



SEVOFLURANO COMO ÚNICO ANESTÉSICO POR MASCARILLA FACIAL PARA EL MANEJO DE LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS EN LA TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTADA

* Dr. Manuel Jesús Blanco Pajón, ** Dr. Héctor Pablo Castro Castañeda, *Dra. María Graziellina Pérez Osorio, * Dr. Ariel Abel Canto Bolio

RESUMEN

Introducción: La anestesia fuera del quirófano es un gran reto, por la dificultad que representa trabajar en un sitio no diseñado para el anestesiólogo. Proporcionar anestesia a los niños para mantener la inmovilidad absoluta que requiere la Tomografía Axial Computada (TAC) es muy frecuente en la actualidad. Aplicar una técnica anestésica segura, útil y con mínima invasión es un objetivo importante. Material y método: Estudiamos a 350 niños, desde recién nacidos hasta los 12 años de edad, de ambos sexos, a quienes se administró sevoflurano por mascarilla facial y sin la instrumentación alguna de la vía aérea, como único anestésico, para TAC. Se indujo la anestesia con sevoflurano con la técnica del bolo inhalatorio y se mantuvo administrándolo a la dosis mínima posible (no existe estímulo doloroso quirúrgico en este procedimiento radiológico), sujetando la mascarilla con la ayuda de un arnés occipital de caucho y permitiendo en todo momento la respiración espontánea. La seguridad del método fue valorada por la ausencia de complicaciones y de depresión respiratoria (hipercapnia), y su utilidad, por el número de casos que requirieron detener la TAC debido a los movimientos indeseables del paciente o a la necesidad de la asistencia anestesiológica. También se midieron la dosis mínima (porcentaje entregado) requerida de sevoflurano para el mantenimiento, los tiempos de inducción y recuperación anestésicos y de egreso. Resultados: No hubo complicaciones ni depresión respiratoria. En ningún caso hubo necesidad de interrumpir la TAC. Discusión: Consideramos que este método es una alternativa confiable y segura para el manejo anestésico pediátrico para la TAC.

Palabras Clave: Sevoflurano, anestesia pediátrica, anestesia fuera del quirófano, tomografía axial computada.

ABSTRACT

Background: Anesthesia outside the operating room is a big challenge, due to the difficulties experienced when the working place is not designed for the anesthesiologist. To provide anesthesia to the children to maintain absolute immobility that the Computed Tomography Scan (CTS) requires is an industry standard at the present time. To apply a safe and useful anesthetic technique, with minimum invasion is an important goal. Material and methods: We studied 350 children, with ages ranging from newborn to 12 years old of both sexes, to whom sevoflurane was administered via facial mask, without instrumentation of the airway, as the sole anesthetic, for CTS. The anesthetic induction was achieved via inhalation bolus technique, and maintenance using the least possible sevoflurane dose (surgical painful stimulus does not exist in this radiological procedure). The facial mask was held in place using an occipital rubber harness allowing spontaneous breathing. The patient's safety was evaluated looking for the absence of complications and ventilatory depression (hypercapnia). The usefulness was evaluated considering the number of cases which showed undesirable movements or the need of anesthesiologist attendance. We also measured the minimum sevoflurane dose (in percentage of inspired volume) required for the maintenance, the latency of induction, and the time required for patient's recovery and discharge. Results: None of the patients had complications neither ventilatory depression. It was not necessary to interrupt the CTS in any of the cases. Discussion: We consider that this method is reliable and safe for the anesthetic management of pediatric patients undergoing CTS.

Key Words: Sevoflurane, pediatric anesthesia, anesthesia outside the operating room, computed tomography scan.

INTRODUCCIÓN

El ambiente fuera del quirófano representa un reto único para el anestesiólogo. Los adelantos tecnológicos y el equipo nuevo que requieren ciertos estudios y ambientes especializados, han dado lugar a la necesidad de extender el manejo anestésico a sitios o departamentos fuera del quirófano. La función del anestesiólogo ahí, es garantizar la seguridad del paciente y facilitar la ejecución del procedimiento.^{1,2} Sin embargo, la mayor parte de esas aéreas no están diseñadas para satisfacer las necesidades

que el cuidado anestésico requiere y representa un riesgo importante.^{1,3,4} En la Imagenología moderna destaca la Tomografía Axial Computada (TAC), por su gran utilidad clínica diagnóstica, relativo bajo costo y en consecuencia alta frecuencia de indicación. Sin embargo requiere absoluta inmovilidad^{4,5} del paciente durante un tiempo variable, para efecto de obtener imágenes nítidas, lo que es fácil de conseguir en la gran mayoría de los adultos, pero en los niños constituye un verdadero problema, ya que por la misma edad o enfermedad cerebral, presentan combatividad y resistencia para ello; por esto se hace necesario recurrir a la

* Anestesiólogo adscrito al Hospital General "Agustín O'Horán" de la Secretaría de Salud, Mérida, Yucatán, México. ** Médico residente del tercer año de la especialidad de Anestesiología, adscrito al Hospital General "Agustín O'Horán" de la Secretaría de Salud, Mérida, Yucatán, México. Responsable y sobretiros: Dr. Manuel Jesús Blanco Pajón. Calle 33 No. 114 - D entre calles 22 y 24 -A, Fraccionamiento Loma bonita Xcumpich. CP: 97200 Teléfono: 01 9999 812713 celular: 01 9999 004118 Mérida, Yucatán, México.

intervención anestésica en estos casos. Por otro lado, por razones de radiación el anestesiólogo debe permanecer fuera de la habitación donde se realiza el procedimiento, y por lo tanto lejos del paciente, colocando a éste, en una situación más vulnerable en cuanto a la detección y resolución de complicaciones, que los pacientes anestesiados en un quirófano rutinario, diseñado especialmente para la práctica anestesiológica segura.

Se han usado diferentes fármacos, técnicas anestésicas y vías de administración. Algunos autores han recomendado el mantenimiento de la vía aérea y ventilación adecuada con tubo endotraqueal o mascarilla laríngea y anestésicos halogenados por inhalación.^{5,6} Otros, utilizan sedantes o agentes hipnóticos por vía oral, intramuscular o intravenosa sin intubación traqueal, tratando de mantener un equilibrio entre conservar una profundidad tal que impida el movimiento, pero que no deprima la ventilación espontánea; situación difícil de conseguir en muchos casos.

Los fármacos de administración endovenosa o intramuscular, han sido los más usados, solos o en combinaciones;^{3,4,7} sin embargo, en algunos casos, existe la posibilidad de depresión respiratoria^{4,7,8,9} por la sensibilidad variable entre los diferentes pacientes para las dosis recomendadas, sobre todo en la administración por bolo endovenoso.⁶ Otro factor lo constituye la necesidad, en estudios de larga duración, de repetidas dosis para el mantenimiento del plano anestésico, lo que implica intervenciones frecuentes del anestesiólogo, interrupciones en consecuencia del estudio, posibilidad de mayores efectos colaterales y emersión y recuperación retardada, por la acumulación corporal del fármaco en su caso.^{6, 10, 11} Una situación similar puede ocurrir con las técnicas anestésicas endovenosas por infusión continua, ya que requieren una dosis inicial con bolo y otra prefijada de mantenimiento; ambas no predecibles en cuanto a la sensibilidad respiratoria particular de cada paciente, pudiendo en consecuencia ocurrir apnea.^{10,11}

La anestesia general por inhalación para los niños, tiene ventajas importantes, entre las que destaca la inducción anestésica no cruenta, con mejor aceptación del paciente, lo que los lleva a un plano anestésico tal, que permiten fácilmente la colocación de una venoclisis.¹² Está ampliamente documentado que, entre los anestésicos inhalados modernos, el sevoflurano es el más recomendado en la actualidad en el niño^{13,14,15,16} por su olor agradable y no irritante para la vía aérea, estabilidad cardiovascular, carente de daño hepático, bajo efecto depresor respiratorio (incluso menor que el propofol¹⁷ que es el anestésico endovenoso más usado en la actualidad).

Considerando que, en la anestesia para TAC no existe estímulo quirúrgico y teniendo como objetivo único el mantener inmovilidad, consideramos que las

dosis administradas del sevoflurano deben ser menores que las necesarias para proporcionar una anestesia quirúrgica; en consecuencia, los efectos negativos importantes, como la depresión respiratoria, serían también menores, permitiendo entonces el mantenimiento confiable de la respiración espontánea. Esto a su vez mantendría una "autoadministración continua" del anestésico durante todo el tiempo que dure el procedimiento radiológico, sin mayor intervención del anestesiólogo durante el mismo, con una recuperación anestésica rápida, y sin requerir intubación traqueal u otra instrumentación.

Hasta el momento, no existen reportes previos sobre el uso del sevoflurano como anestésico único para la TAC en niños, administrado por mascarilla facial y sin instrumentación de la vía aérea. Por consiguiente, decidimos conocer la seguridad y utilidad que puede ofrecer esta sencilla técnica anestésica para este estudio radiológico en Pediatría.

MATERIAL Y MÉTODO

Se incluyeron 350 niños de ambos sexos, desde recién nacidos hasta los 12 años de edad, a quienes se les administró Sevoflurano por mascarilla facial como único anestésico para la inducción y mantenimiento, para poder conseguir inmovilidad absoluta durante los estudios de TAC, en el Hospital General "Agustín O'Horán" de la Secretaría de Salud, en la ciudad de Mérida, Yucatán, en un estudio prospectivo, longitudinal y descriptivo desde Julio de 1997 hasta Julio de 2002.

Se consideraron como criterios de no-inclusión: ayuno incompleto en el tiempo recomendado para la edad, infección respiratoria, hipertermia, alteración en el estado de conciencia, enfermedad mediastinal o pulmonar que comprometa la función respiratoria, insuficiencia cardíaca y/o respiratoria, ritmo cardíaco no sinusal previo, obstrucción de la vía aérea y antecedente de alergia al medio de contraste.

Definimos y registramos los siguientes conceptos:

1. Seguridad: ausencia de las siguientes complicaciones: hipoxemia, hipercapnia o depresión respiratoria, apnea, bradicardia, arritmias cardíacas, convulsiones, broncoespasmo, laringoespasmo, vómito, y tos.
2. Hipoxemia: disminución de la saturación de oxígeno de la hemoglobina, medido por oximetría de pulso (SpO₂), por debajo de 95%, que equivale a una presión parcial del oxígeno disuelto en el plasma de 80 milímetros de mercurio (mmHg), de acuerdo a la curva de disociación de la hemoglobina,¹⁸ a nivel del mar.
- 3.- Depresión Respiratoria o Hipercapnia: presión parcial del bióxido de carbono al final de la espiración (EtCO₂) mayor de 45 mmHg, medido por capnografía,¹⁸ a nivel del mar.

4. Apnea: detención total de los movimientos respiratorios, sea progresiva o súbita.
5. Bradicardia: frecuencia cardíaca menor de 60 latidos por minuto.
6. Arritmias Cardíacas: aparición de cualquier ritmo cardíaco no sinusal durante la anestesia, detectado por electrocardiografía en el monitor correspondiente.
7. Convulsiones: movimientos corporales, anormales, no voluntarios tónico-clónicos, generalizados o en alguna extremidad particular, ocurridos en cualquier momento desde el inicio de la anestesia hasta la recuperación total.
8. Broncoespasmo: disminución anormal e importante del diámetro de los bronquios, determinándose clínicamente su presencia por la aparición de estertores sibilantes y roncales en cualquier momento de la anestesia.
9. Laringoespasmo: Cierre anormal y sostenido, completo o parcial, de la glotis, y que compromete la oxigenación y ventilación.
10. Utilidad: número de casos donde hubo que detener el estudio de TAC para la intervención del anestesiólogo, sea por movimientos corporales voluntarios de paciente o por complicaciones transanestésicas. Se consideró a esta técnica anestésica como útil, si el número de casos censados fue menor del 5% (17.5 casos).
11. Porcentaje de sevoflurano entregado durante el mantenimiento anestésico: tomado del indicado por el dosificador (dial) del vaporizador correctamente calibrado.
12. Tiempo de Inducción: el número de segundos transcurridos desde la aplicación inicial de la mascarilla inicial con sevoflurano, hasta la pérdida de la conciencia y combatividad natural del niño.
13. Tiempo de emersión: el número de minutos transcurridos desde la suspensión de la administración del sevoflurano, al concluir el estudio de TAC, hasta la apertura espontánea de los ojos y/o aparición de movimientos voluntarios defensivos.
14. Tiempo de Estancia en el Área de Recuperación: el número de minutos transcurridos desde la llegada del niño a ésta área, inmediatamente después de la emersión anestésica, hasta cumplir con los requisitos recomendados para el egreso en niños, para cirugía ambulatoria^{19,20} y modificada para el presente estudio en función de que no existe procedimiento quirúrgico alguno. (Cuadro I)

Cuadro I. Criterios de egresos del área de recuperación Post-anestésica.

- 1.- Nivel de conciencia normal para la edad e igual al estado preanestésico
- 2.- Movimientos normales. Deambulación en su caso
- 3.- Deglute bien
- 4.- No insuficiencia respiratoria
- 5.- Náusea y vómito ausentes
- 6.- Sin problemas transanestésicos importantes

15. Tiempo Total de Anestesia: el transcurrido desde el inicio de la administración del sevoflurano, en la inducción, hasta la suspensión del mismo, en el momento que se da por terminado el estudio radiológico.

PROCEDIMIENTO

En la sala de TAC, usamos una máquina de anestesia (Plarre modelo 8092), conectada a una fuente de oxígeno medicinal a presión, conteniendo un vaporizador de sevoflurano (Abbott Vapor 19.3), con un sistema respiratorio de reinhalación parcial tipo Bain con válvula proximal de sobrellenado y una bolsa reservorio de acuerdo a la edad y peso del niño. Obturando la apertura distal, se llenó previamente con Sevoflurano a un porcentaje entregado del 8% (técnica del "bolo por inhalación" o "inducción a capacidad vital"),^{17, 21, 22, 23} con un flujo de gases frescos (oxígeno) de 250 ml por kilogramo de peso corporal² (mayor de un volumen respiratorio minuto). A continuación aplicamos una mascarilla facial de tamaño adecuado a la edad y peso, de plástico y silicón (sin ninguna estructura metálica que pudiera interferir con los rayos de la TAC), perfectamente bien sellada a la cara, sin fuga alguna (de lo contrario se alterarían los resultados en las cifras capnográficas y del porcentaje de Sevoflurano administrado), permitiendo en todo momento la respiración espontánea.

Al momento de suprimirse la combatividad o resistencia natural del niño al procedimiento, bajamos el porcentaje entregado de Sevoflurano a 5% en el dial del vaporizador, con el fin de evitar depresión respiratoria innecesaria y mantener un nivel de anestesia tal que permitió la punción venosa para instalar una venoclisis. Durante la instalación de ésta, ya sin combatividad, colocamos el sensor del oxímetro de pulso (Criticare System modelo 503) para el registro del porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina, los electrodos de un cardioscopio para el registro electrocardiográfico y frecuencia cardíaca (SEN-Electronics modelo SE-103) y un catéter colocado en el codo de plástico donde el circuito Bain se une a la mascarilla (Figura 1 y 2) y cuyo extremo distal termina cerca de las ventanas nasales del paciente, para recolectar la muestra espiratoria y medir, lo más fiel posible, la presión parcial del bióxido de carbono al final de la espiración o EtCO₂ y con su extremo proximal en el codo, conectado al tubo de muestreo de un capnógrafo (Ohmeda modelo Oxicap 4700). Inmediatamente después de colocar la venoclisis, se administró sulfato de atropina a dosis de 10 microgramos por kilogramo de peso por vía intravenosa y reducimos la concentración entregada de sevoflurano a 1.75%, cifra fijada con base en experiencia clínica previa y en trabajos publicados sobre la concentración mínima necesaria de sevoflurano para

Figura 1



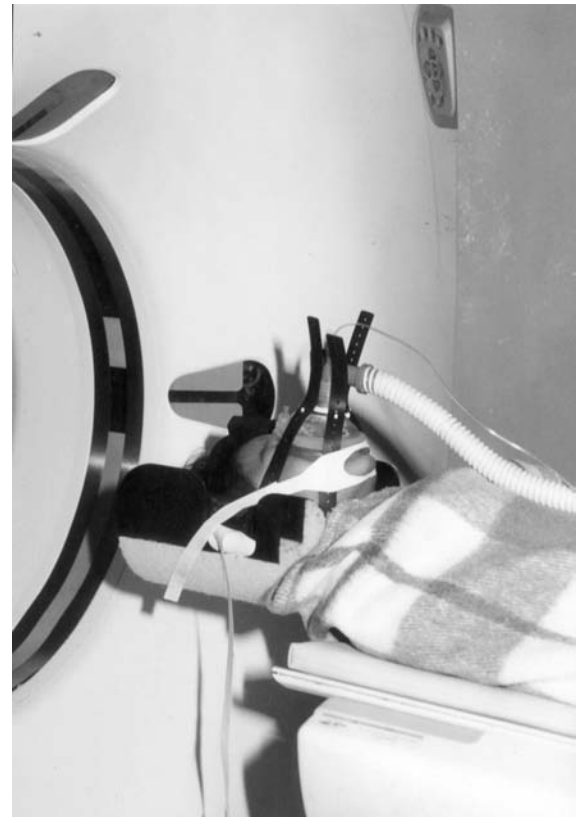
Figura 2



la tolerancia del tubo traqueal antes de la extubación sin incisión quirúrgica en niños.²⁵ Se procedió a continuación a la movilización y colocación del paciente en la posición definitiva para el estudio. En la mesa del tomógrafo, se colocó en extensión o hiperextensión cervical simple, o con la ayuda de una almohadilla debajo de la región interescapular y/o fijando el mentón en posición de hiperextensión cervical con una banda adhesiva fijada a la cabecera de la mesa, según se requiera, todo ello para permitir una permeabilidad comprobada de la vía aérea, sin necesidad de ayuda instrumentada con cánulas buco o nasofaríngeas (para evitar reflejos protectores peligrosos, como el laringoespasma, tos,

vómito, y que haría necesario, para librarlos, administrar entonces mayor dosis o concentración de sevoflurano de la que se requeriría para mantener la simple inmovilidad). Así mismo, se dejó la mascarilla herméticamente sellada al rostro con ayuda de un arnés de caucho, colocado desde la región occipital. (Figura 3)

Figura 3



Posterior a la colocación y posicionamiento del paciente, sin estímulo táctil ya, se bajó la concentración del sevoflurano entregado, a 1.5 % por dos minutos y luego, de ser posible, a 1.25% por dos minutos, intentando obtener el porcentaje mínimo necesario para mantener la inmovilidad, regresando a 1.5% o 1.75% si presentaban movimientos espontáneos o movimientos torácicos respiratorios muy amplios, señales de superficialidad anestésica importante e indeseable. Una vez definida de este modo la concentración mínima necesaria de sevoflurano entregada para el mantenimiento anestésico, se procedió al inicio del la TAC.

Se registraron cada 5 minutos: frecuencia cardíaca, ritmo electrocardiográfico, frecuencia respiratoria, EtCO₂, y SpO₂, así como la aparición en algún momento de: apnea, bradicardia, arritmias, tos, laringoespasma, broncoespasma, vómito y movimientos corporales. También se registró, el tiempo de inducción, tiempo de emersión, tiempo de estancia en el área de recuperación, y si hubo necesidad de detener el estudio de TAC para

que el anestesiólogo ingresara a la sala para intervenir por cualquier razón (como movimientos corporales o complicaciones del paciente). Al terminar el estudio radiológico, suprimimos la entrega de sevoflurano y continuamos administrando oxígeno al 100% por el circuito anestésico, hasta el despertar del paciente: apertura de ojos y/o movimientos defensivos naturales de nuevo, y procedimos entonces a retirar todos los elementos del monitoreo fisiológico instalados y la venoclisis.

A continuación, pasamos al niño, a una habitación contigua (Área de Recuperación) hasta que cumplió con los criterios recomendados de egreso para cirugía ambulatoria en los niños^{19,20}, valorados cada 5 minutos también, y registramos el tiempo de estancia.

Para los resultados se utilizó estadística descriptiva con frecuencias, rangos, medias y desviación estándar (\pm).

RESULTADOS

Manejamos 37 pacientes (10.57%) recién nacidos; 89 (25.42%) con edad de 1 a 23 meses; 180 (51.42%) de 2 a 6 años y 44 (12.57%) de 7 a 12 años. Del sexo masculino fueron 219 (62.58%); femenino 131 (37.42%). El peso de los niños tuvo un rango de 2.3-35 Kg, media de 12.21 Kg \pm 7.2.

En cuanto al concepto de Seguridad, no hubo complicaciones: Hipoxemia, apnea, bradicardia, arritmias cardiacas, laringoespasma, broncoespasma, vómitos y convulsiones: 0 casos. La saturación de oxígeno de la hemoglobina medida con oximetría de pulso, estuvo entre 99 y 100% en todos los casos. Por razones de disponibilidad del capnógrafo, solamente se realizó monitoreo de EtCO₂ en 283 pacientes (80.85%) y en todos estos no hubo depresión respiratoria (hipercapnia): la máxima cifra registrada en cada caso tuvo un rango de 31 a 43 mmHg, media de 35.95 mmHg \pm 2.57.

Sólo 18 (5.1%) pacientes presentaron tos en la fase final de la emersión, sin mayor problema.

En cuanto al concepto de Utilidad: en ningún caso hubo necesidad de detener el estudio radiológico, sea por movimiento voluntario del paciente o por ameritar intervención anestesiológica por complicación alguna.

La dosis administrada de Sevoflurano para el mantenimiento anestésico fue de 1.25% en 123 casos (35.14%) y de 1.5% en los 227 restantes (64.86%). El tiempo de inducción tuvo un rango de 20 a 70 segundos, media de 42.1 segundos \pm 11.09. El tiempo de emersión estuvo en un rango de 2-12 minutos, media de 5.58 minutos \pm 2.35. El tiempo total de anestesia fue de 9 a 73 minutos, media de 20.3 minutos \pm 9.03. El tiempo de estancia en el Área de Recuperación Postanestésica tuvo un rango de 5 a 15 minutos, media de 8.6 minutos \pm 3.1.

DISCUSIÓN

La anestesia fuera del quirófano representa siempre un problema serio para el anestesiólogo por incrementarse las posibilidades de complicaciones y dificultades, por que el diseño del área física de trabajo atiende más a las necesidades del estudio o tratamiento a realizar, que a los requerimientos anestésicos.^{1, 2, 3} Desarrollar el procedimiento bajo la máxima seguridad del paciente, debe ser el objetivo primordial del anestesiólogo.

En la TAC para niños, el problema básico es la inmovilidad absoluta que se requiere; de aquí se deriva la necesidad de intervención anestésica para conseguirla. Aplicar la técnica más segura, con la menor instrumentación e intervención posible, es realmente un gran reto para el anestesiólogo, considerando además, que por razones de radiación, deberá permanecer fuera del área y lejos del paciente durante la mayor parte del estudio. En este escenario, sin embargo, debe tenerse en cuenta también, que la ausencia de estímulo doloroso en la TAC, resulta ser nuestro mejor aliado, ya que se requiere una dosis menor de los anestésicos usados que en cualquier cirugía, y en consecuencia se facilita el manejo y la recuperación.

No existe una técnica anestésica ideal para el TAC; sin embargo, ésta debería incluir las siguientes características:¹⁰ inducción rápida que permita la pronta e indolora instalación de una venoclisis, conservar en todo momento la permeabilidad de la vía aérea evitando la instrumentación de la misma, respiración espontánea (el anestesiólogo permanece lejos del paciente), plano anestésico superficial pero suficiente para evitar movimientos corporales espontáneos, intervención mínima del anestesiólogo durante el estudio para evitar interrupciones del mismo, y una recuperación rápida para un pronto reinicio de la vía oral.

Se han usado diversas técnicas, fármacos y vías de administración, con y sin instrumentación e intubación de la vía aérea.^{5,7} Los fármacos intravenosos (Tiopental, propofol, midazolam, opioides y ketamina) han sido los más usados, generalmente en combinaciones;^{3,4,8} sin embargo entre sus desventajas reportadas están: 1) punción venosa dolorosa, que no ocurre con la inducción anestesia inhalatoria, 2) la posibilidad de depresión respiratoria^{4,8,9,10} en la inducción o algún momento en el mantenimiento de la anestesia, sea por bolos o infusión continua, debido a la sensibilidad impredecible y variable de un paciente a otro, 3) con el mantenimiento anestésico por bolo repetido, hay necesidad de que el anestesiólogo ingrese al área de radiación para ello, con la consecuente interrupción indeseable del estudio en cada ocasión.^{7,11}

Entre los anestésicos inhalados el halotano^{8, 9, 26, 27, 28} fue tradicionalmente el mas usado para inducción en niños, por no ser irritante de las vías aéreas y agradable

olor, lo que ofrece menor rechazo al colocar la mascarilla. Sin embargo tiene, por sus propiedades farmacológicas, inducción y eliminación lentas, y en consecuencia recuperación tardada, además de que es, entre los anestésicos inhalados, también el de mayor incidencia de hepatitis grave. El Isoflurano es otro anestésico inhalado halogenado, tipo éter, de más reciente introducción a la clínica, y aunque entre sus ventajas presenta una eliminación más rápida y menor problema hepático, tiene el gran inconveniente de ser muy irritante de las vías aéreas, por lo que su uso en inducción inhalatoria en niños no ganó popularidad y actualmente no es recomendable para este fin. El Sevoflurano es otro anestésico inhalatorio halogenado también tipo éter, de más reciente introducción a la práctica clínica, con importantes características y ventajas ya probadas en la práctica anestésica quirúrgica mundial que lo ha constituido en la actualidad como el agente anestésico para inducción inhalatoria más usado en el niño.^{16,26,27,28} olor agradable, no irritante de las vías aéreas, muy baja solubilidad sangre-gas que le permite tener una inducción, eliminación y recuperación muy rápidas, sin daño hepático, estabilidad cardiovascular¹⁵ y depresión respiratoria menor^{13, 14} (incluso que el Propofol,¹⁷ el anestésico intravenoso más usado en la actualidad).

No existen reportes previos en la literatura médica sobre el uso de sevoflurano como anestésico único para la inducción y mantenimiento en niños sometidos a TAC, administrado por mascarilla facial únicamente y sin instrumentación alguna de la vía aérea. Hay reportes del uso de halogenados inhalatorios para el mantenimiento anestésico de niños en TAC, pero administrado mediante intubación traqueal o mascarilla laríngea^{5, 6, 29}. Nuestra técnica, presenta la ventaja de una "autoadministración" continua del anestésico mediante la respiración espontánea, sin estímulo nocivo alguno en la vía aérea y durante un tiempo no limitado.

Así mismo, la técnica anestésica que presentamos, cumplió con el concepto considerado de seguridad, ya que en los 350 casos estudiados no hubo complicaciones. Por razones de disponibilidad del capnógrafo, solamente se efectuaron mediciones del EtCO₂ en 283 niños (80.85%) y en todos éstos, que constituyen la mayor parte de la población estudiada, pudo comprobarse, de acuerdo a la definición de depresión respiratoria o hipercapnia considerada por Peruzzi y Shapiro,¹⁸ la ausencia de la misma, con un registro máximo promedio de 35.95 mmHg \pm 2.57 y un rango de 31 a 43 mmHg.

La dosis administrada de Sevoflurano de 1.25% en 123 casos (35.14%) representó un 0.37 a 0.45 CAM (Concentración Alveolar Mínima), y la dosis de 1.5% en los 227 casos restantes (64.86%) representó un 0.50 a 0.60 de CAM, según la edad del niño a considerar en cada grupo.¹⁴ Lo anterior muestra que el requerimiento del anestésico, fue menor a 1 CAM, que es lo mínimo

requerido para cirugía;¹⁴ la explicación de estas bajas dosis del anestésico podría ser la falta de estímulo alguno, sea en la vía aérea por instrumentación o externo. Cabe mencionar que, sin ser el objetivo principal de este trabajo, es deseable haber podido medir, el sevoflurano al final de la espiración, para determinar con mayor exactitud las dosis usadas del mismo; sin embargo, por el alto costo económico que implica, no contamos para este estudio con el equipo necesario para ello. Consideramos que estas mediciones más exactas serían excelente objetivo de un estudio colateral específico al respecto.

El tiempo de inducción anestésica (media de 42.10 segundos \pm 11.9), estuvo dentro de lo reportado como rápido por Naito y Eger,^{27,28} de 2 minutos, con la misma técnica de respiración a capacidad vital,^{17,21,22,23} en comparación con otros halogenados, exceptuando el desflurano. Esto es debido a la baja solubilidad sangre-gas conocida del sevoflurano.

Nuestro tiempo de emersión anestésica (media de 5.58 minutos \pm 2.35), también fue rápido, menor a lo reportado por otros autores,^{14,30} influyendo en esto, seguramente, las dosis bajas que usamos de sevoflurano, en relación con los otros estudios hechos en pacientes quirúrgicos.

Nuestra técnica anestésica también cumplió con el concepto considerado de utilidad, tomando en cuenta que las dosis bajas usadas del anestésico fueron suficientes para mantener la inmovilidad del paciente durante todo el estudio, en un tiempo total de anestesia de 6 a 73 minutos, media de 20.3 minutos \pm 9.03 minutos, no requiriéndose en ningún caso la detención de la TAC sea por razones de movimiento voluntario del paciente o por asistencia anestésica. Tuvimos 8 casos con duración anestésica mayor de 50 minutos, incluyendo un caso de 73 minutos y otro de 68 minutos; esto nos permite inferir que la técnica anestésica que proponemos, considerando la continua "autoadministración" del sevoflurano mediante la respiración espontánea, podría ser aplicable para los niños en otros estudios incruentos más prolongados, como es el caso específico de la Resonancia Magnética. Por otro lado, la estancia en el Área de Recuperación Postanestésica, hasta la completa restitución del paciente a su vida habitual y reinicio de la vía oral, fue también breve, siendo un factor muy importante si consideramos los beneficios personales y económicos de una permanencia hospitalaria corta.

Hay algunos reportes sobre crisis convulsivas relacionadas con sevoflurano,^{31, 32, 33, 34} sin embargo, en todos los casos ocurrieron a dosis altas, de 2 CAM o mayores. Nosotros no excluimos de nuestro estudio a los niños con diagnóstico de crisis convulsivas como motivo de la TAC, por las bajas dosis que usamos del anestésico. Ninguno de los 62 pacientes incluidos (14.02%) presentó problema alguno en este sentido.

Davis,³⁵ Wells,³⁶ Aono³⁷ y otros autores, han reportado crisis de delirio y excitación en la emersión de la anestesia con sevoflurano, de etiología más bien incierta que relacionada exclusivamente a la falta de analgesia o profundidad anestésica inadecuada. De los 350 casos que estudiamos, ninguno presentó problema en este sentido; creemos que definitivamente influyó en este buen resultado, de nueva cuenta, las dosis bajas del anestésico usadas y el procedimiento indoloro.

No incluimos en el presente estudio el monitoreo de la tensión arterial, debido a que, en un grupo piloto inicial, por razones de radiación para el anestesiólogo, al tener que medirse por el método oscilométrico automático, el inflado del manguito resultó ser un estímulo doloroso o nocivo para el niño, que requirió entonces, dosis de sevoflurano mayores de las estrictamente necesarias para mantener la inmovilidad que requiere la TAC, procedimiento indoloro en sí. Consideramos desde entonces, en el proyecto del estudio, que en base a la farmacología del producto, reportes sobre la menor afectación cardiovascular en relación con otros halogenados^{15, 26, 36, 39, 40} y las dosis bajas que administramos, las modificaciones de la tensión sanguínea arterial no serían importantes, y en cambio sí lo es el beneficio de administrar las menores dosis posibles del anestésico en el procedimiento.

Por otro lado, la ausencia de cal sodada (absorbedor de bióxido de carbono) en el circuito del sistema de respiración anestésico Bain, usado en nuestro procedimiento, elimina la posibilidad de formación del compuesto A (fluorometil-2, 2-difluoro -1- trifluorometil vinil éter), elemento fluorado que se forma como producto de degradación al reaccionar el sevoflurano con la cal sodada,^{41,42} de comprobada toxicidad renal en las ratas y cuya toxicidad renal en el humano es muy controvertida aún.^{43,44,45,46}

La técnica anestésica que proponemos en el presente estudio, se aproximó mucho a lo que se considera la técnica anestésica ideal en niños para la TAC, pues resultó ser de inducción y recuperación breves, instalación de venoclisis pronta e indolora, mantenimiento anestésico uniforme y continuo mediante la respiración espontánea que permitió la "autoadministración" del anestésico a dosis bajas, a través de una vía aérea permeable sin instrumentación, sin complicaciones y que fue suficiente para mantener la inmovilidad del niño, con el anestesiólogo fuera del aérea de radiación durante todo el estudio. Los resultados obtenidos la muestran como una alternativa fácil, práctica, confiable y segura para el manejo anestésico de los pacientes pediátricos en la TAC, y quizás en otros procedimientos diagnósticos indoloros más prolongados, como la Resonancia Magnética. Así mismo, sería conveniente realizar estudios clínicos controlados comparativos para

evaluar sus posibles ventajas y desventajas en relación con otros anestésicos actuales.

REFERENCIAS

- Gillies BS, Lecky JH: Anestesia Fuera del Quirófano, en Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK Anestesia Clínica, Tercera Edición, McGraw Hill Interamericana Editores SA de CV, México, DF, 1999, 1455-67.
- Hughes CW: Anestesia en Lugares Distantes, en Bell Ch, Hughes CW, Oh TH: Manual de Anestesia Pediátrica Departamento de Anestesiología Facultad de Medicina Universidad de Yale, Primera Edición, Editorial Mosby-Year Book, Madrid, España, 1993, 485-96.
- Coté Ch: Anestesia Fuera del Quirófano, en Coté Ch, Ryan JF, Todres ID, Goudsouzian NG: Anestesia en Pediatría, Segunda Edición, Nueva Editorial Interamericana SA de CV, México DF, 1995, 433-48.
- Messick JM, MacKenzie RA, Southorn PS: Anestesia fuera de las salas de cirugía, en Miller RD: Anestesia, Cuarta Edición, Harcourt Brace de España S.A., Madrid, España, 1998, 2189-217.
- Ballantyne JC, Cowan GA: Anestesia Fuera del Quirófano, en Huford WE, Baillin MT, Davison JK, Haspel KL, Rosow C: Massachussets General Hospital Procedimientos en Anestesia, Quinta Edición, Editorial Marbán Libros S.L., Madrid, España, 1999, 553-61.
- Hall S: Anestesia fuera del quirófano, en Twersky RS : Anestesia Ambulatoria, Harcourt Brace de España SA, Madrid, España, 1995, 383-421.
- Greenberg CP, De Soto H: Técnicas de Sedación, en Twersky RS: Anestesia Ambulatoria, Harcourt Brace de España S.A., Madrid, España, 1995, 319-82.
- Morgan GE, Mikhail MS: Anestésicos No volátiles, en: Anestesiología Clínica, Segunda Edición, Editorial Manual Moderno S.A. de C.V., México, DF, 1998, 151-74.
- Hemelrijk JV, White PF: Anestesia Intravenosa con Agentes No Opioides, en Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Anestesia Clínica, Tercera Edición, McGraw Hill-Interamericana Editores SA de CV, México DF, 1999, 367-87.
- Frankville DD, Spear RM, Dyck JB: The Dose of Propofol Required to Prevent Children from Moving during Magnetic Resonance Imaging. Anesthesiology 1993; 79: 953-58.
- Viviani X: Propofol, en Encyclopédie Médico - Chirurgicale Anestesia Reanimación, Editions Techniques de México, México DF, 1999, páginas 36 -305 - A -10.
- Liu LMP, Ryan J: Premedicación e inducción de la anestesia, en Coté CH J, Ryan JF, Todres ID, Goudsouzian NG: Anestesia en Pediatría, Segunda Edición, Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V., México D.F., 1993, 141-156.
- Lerman JL: Sevoflurano en Anestesia Pediátrica. Anesth Analg 1995; 81: S4-10.
- Lerman JL, Sikich N, Kleinman S, Yentis S: The Pharmacology of Sevoflurane in Infants and Children. Anesthesiology 1994; 80: 814-24.
- Holzman RS, Van der Velde ME, Kaus SJ: Sevoflurane Depresses Myocardial Contractility Less Than Halothane during Induction of Anesthesia in Children. Anesthesiology 1996; 85: 1260-67.
- Rice LJ, Cravero J: Anestesia Pediátrica, en Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: Anestesia Clínica, Tercera Edición, Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V., México DF, 1999, 1309-20.
- Thwaites A, Edmonds S, Smith I: Inhalation induction with sevoflurane: a double-blind comparison with propofol. Br J Anaesth 1997; 78 : 356-61.
- Peruzzi WT, Shapiro BA: Arterial Blood Gases, en Parrillo Jem, Dellinger RP: Critical Care Medicine. Principles of Diagnosis and Management in the Adult. Second Edition, Mosby A Harcourt Health Sciences Company, St. Louis Missouri, 2001, 202-23.
- Blázquez BM, Triadó VD: Criterios de Alta en Cirugía Ambulatoria, en Carrasco MS: Anestesia para Cirugía Ambulatoria II, Edika Med, Barcelona, España, 2000, 219-38.
- White PF: Anestesia en Cirugía Ambulatoria, en Torres LM: Tratado de Anestesia y Reanimación, Arán Ediciones S.A., Madrid España, 2001, 2107-15.

21. Philip BK, Lombard LL, Roaf ER, Drager LR, Calalang I, Philip JH: Comparison of vital capacity induction with sevoflurane to intravenous induction with propofol for adult ambulatory anesthesia. *Anesth Analg* 1999; 89: 623-27.
22. Yurino M, Kimura H: Vital capacity breath technique for rapid anaesthetic induction: Comparison of sevoflurane and isoflurane. *Anaesthesia*, 1992; 47: 94-49.
23. Yurino M, Kimura H: Induction of anesthesia with sevoflurane, nitrous oxide, and oxygen: A comparison of spontaneous ventilation and vital capacity rapid inhalation induction (VCRIL) techniques. *Anesth Analg* 1993; 76: 598-601.
24. Andrews JJ: Sistemas de Administración para Anestésicos Inhalables, en Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK: *Anestesia Clínica*, Tercera Edición, McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V., México DF, 1999; 627-70.
25. Inomata S, Suwa T, Toyooka H, Suto Y: End-Tidal sevoflurane concentration for tracheal extubation and skin incision in children. *Anesth Analg* 1998; 87: 1263-67.
26. Morgan GE, Mikhail MS: *Anestésicos por Inhalación*, en: *Anestesiología Clínica*, Segunda Edición, Editorial Manual Moderno, México, DF, 1998, 129-50.
27. Naito Y, Tamai S, Shingu K, Fujimori R, Mori K: Comparison between sevoflurane and halothane for paediatric ambulatory anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991; 67: 387-89.
28. Galdo JR, Palacio MA, Campuzano G : *Anestesia fuera del quirófano*, en Torres LM: *Tratado de Anestesia y Reanimación*, Arán Ediciones SA, Madrid España, 2001, 211 -36.
29. Eger E II: New Inhaled Anesthetics. *Anesthesiology* 1994; 80: 906-22.
30. Lerman J, Davis PJ, Welborn LG: Induction, recovery, and Safety Characteristics of Sevoflurane in Children Undergoing Ambulatory Surgery. *Anesthesiology* 1996; 84: 1332-40.
31. Kaisti KK, Jaaskelainen SK, Rinne JO: Epileptiform Discharges during 2 MAC Sevoflurane Anesthesia in Two Healthy Volunteers. *Anesthesiology*, 1999; 91: 1952-55.
32. Woodforth IJ, Hicks RG, Crawford MR, Stephen JP: Electroencephalographic evidence of seizure activity under deep sevoflurane anesthesia in a nonepileptic patient. *Anesthesiology* 1997; 87: 1579-82.
33. Komatsu H, Taie S, Endo S, Fukuda K, Ueki M, Nogaya Jn: Electrical seizures during sevoflurane anesthesia in two pediatric patients with epilepsy. *Anesthesiology* 1994; 81: 1535-37.
34. Adachi M, Ikemoto Y, Kubo K, Takuma C: Seizure like movements during induction of anaesthesia with sevoflurane. *Br J Anaesth* 1992; 68: 214-15.
35. Davis PJ, Greemberg JA, Gendelman M, Fertal K: Recovery Characteristics of Sevoflurane and Halothane in Preschool-Aged Children Undergoing Bilateral Miringotomy and Pressure Equalization Tube Insertion. *Anesth Analg* 1999; 88: 34-8.
36. Wells LT, Rasch DK: Emergence "Delirium" After Sevoflurane Anesthesia: A Paranoid Delusion? *Anesth Analg* 1999; 88: 1308-10.
37. Aono J, Ueda W, Mamiya K: Greater incidence of delirium during recovery from sevoflurane anesthesia in preschool boys. *Anesthesiology* 1997; 8: 1298-300.
38. Malan TP, DiNardo JA, Isner J: Cardiovascular Effects of Sevoflurane Compared with Those of Isoflurane in volunteers. *Anesthesiology* 1995; 83: 918-28.
39. Sarner JB, Levine M, Davis PT: Clinical Characteristics of Sevoflurane in Children. *Anesthesiology* 1995; 82: 38-46.
40. Ebert TJ, Harkin CP, Muzi M: Respuestas Cardiovasculares al sevoflurano. Una Revisión. *Anesth Analg* 1995; 81: S4-10.
41. Morio M, Fujii K, Satoh N: Reaction of Sevoflurane and Its Degradation Products with Soda Lime. *Anesthesiology* 1992; 77: 1155-64.
42. Miyano K, Nakasawa M, tanifuji Y: Reactivity of sevofluane with carbon dioxide absorbants: comparison of soda lime and Baralyme. *Masui* 1991; 40: 384-90.
43. Higuchi, H, Sumita S, Wada H: Effects of Sevoflurane and Isoflurane on Renal Function and Possible Markers of Nephrotoxicity. *Anesthesiology* 1998; 89: 307-22.
44. Eger El II, Koblin DD, Bowland T, Ionescu P: Nephrotoxicity of sevoflurane versus desflurano anesthesia in volunteers. *Anesth Analg* 1997; 84: 160-8.
45. Bito H, Ikeda K: Closed-circuit anesthesia with sevoflurane in humans: Effects on renal and hepatic function and concentrations of breakdown products with soda lime en the circuit. *Anesthesiology* 1994; 80: 71-6.
46. Kharasch ED, Frink EJ Jr, Zager R: Assessment of low-flow sevoflurane and isoflurane effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. *Anesthesiology* 1997; 86: 1238-53.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos profundamente al Dr. Carlos Aguilar Cachón, anestesiólogo del Centro Médico Nacional "Lic. Ignacio García Téllez" IMSS, Mérida, Yucatán, y a la CP Landy Miranda Cárdenas, Directora Administrativa del Centro Médico Americano, Progreso, Yucatán, por su valiosa colaboración para la realización de este trabajo.

Muchas gracias.