



# REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology  
www.sba.com.br



## ARTÍCULO CIENTÍFICO

# Efectos del Óxido Nitroso en la Hipotensión Controlada Durante la Anestesia con Bajo Flujo

Semiha Barçın<sup>1</sup>, Leyla Sahan<sup>1</sup>, Dilsen Ornek\*<sup>1</sup>, Fazilet Sahin<sup>1</sup>, Oya Kilci<sup>1</sup>, Serpil Deren<sup>1</sup>, Gulay Erdogan<sup>1</sup>, Canan Un<sup>1</sup>, Mehmet Gamli<sup>1</sup>, Bayazit Dikmen<sup>1</sup>

1. Departamento de Anestesia y Reanimación, Hospital de Entrenamiento e Investigación Ancara Numune, Ancara, Turquía  
Recibido del Departamento de Anestesia y Reanimación, Hospital de Entrenamiento e Investigación Ancara Numune, Ulku Mahallesi Talatpasa Bulvari n.º. 5, Altindag, Ancara 06100, Turquía.

Artículo sometido el 26 de diciembre de 2011. Aprobado el 13 de febrero de 2012.

### Descriptor:

Hipotensión controlada;  
Anestesia con bajo flujo;  
Óxido nitroso.  
ANALGÉSICOS,  
Dexmedetomidina;  
ANESTÉSICOS, gas,  
óxido nitroso;  
HIPOTENSIÓN  
CONTROLADA;  
TÉCNICAS ANESTÉSICAS,  
General, inhalatorios,  
bajo flujo.

### Resumen

**Justificativa y objetivos:** Investigamos el efecto del óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) en hipotensión controlada durante anestesia con bajo flujo (isoflurano-dexmedetomidina) en términos de hemodinámica, consumo de anestésico y costes.

**Métodos:** Cuarenta pacientes fueron aleatoriamente divididos en dos grupos iguales. La infusión de dexmedetomidina (0,1 µg.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) se mantuvo entonces por 10 minutos. En secuencia, esa infusión se mantuvo hasta los últimos 30 minutos de operación en una dosis de 0,7 µg.kg<sup>-1</sup>.hour<sup>-1</sup>. El tiopental (4-6 mg.kg<sup>-1</sup>) y el bromuro de vecuronio (0,08 0,12 mg.kg<sup>-1</sup>) fueron administrados en la inducción de ambos grupos. El Isoflurano (2%) fue administrado para el mantenimiento de la anestesia. El Grupo N recibió una mezcla de un 50% de O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O y el Grupo A recibió una mezcla de un 50% de O<sub>2</sub>-ar como gas de transporte. La anestesia con bajo flujo (1 L.min<sup>-1</sup>) fue iniciada después de un período de 10 minutos de alto flujo inicial (4,4 L.min<sup>-1</sup>). Se registraron los valores de la presión arterial, frecuencia cardíaca, saturación periférica de O<sub>2</sub>, isoflurano inspiratorio, isoflurano espiratorio, O<sub>2</sub> inspiratorio, O<sub>2</sub> espiratorio, N<sub>2</sub>O inspiratorio, N<sub>2</sub>O espiratorio, CO<sub>2</sub> inspiratorio, concentración de CO<sub>2</sub> después de la espiración y concentración alveolar mínima. Además, de determinaron las tasas de consumo total de fentanil, dexmedetomidina e isoflurano, como también la de hemorragia.

**Resultados:** La frecuencia cardíaca disminuyó en ambos grupos después de la carga de dexmedetomidina. Después de la intubación, los valores del Grupo A fueron mayores en los minutos 1, 3, 5, 10 y 15. Después de la intubación, los valores de hipotensión deseados se alcanzaron en 5 minutos en el Grupo N y en 20 minutos en el grupo A. Los valores de la CAM fueron más altos en el Grupo N en los minutos 1, 3, 5, 10 y 15 (p < 0,05). Los valores de la FiO<sub>2</sub> fueron más altos entre 5 y 60 minutos en el Grupo A, mientras que fueron más altos en el Grupo N a los 90 minutos (p < 0,05). Los valores de Fi Iso (isoflurano espiratorio) fueron menores en el Grupo N en los minutos 15 y 30 (p < 0,05).

**Conclusiones:** El uso de la dexmedetomidina en vez del óxido nitroso en la anestesia con el isoflurano por la técnica de bajo flujo, alcanzó los niveles deseados de presión arterial promedio (PAP), profundidad suficiente de la anestesia, estabilidad hemodinámica y parámetros de inspiración seguros. La infusión de dexmedetomidina con oxígeno / aire medicinal como gas de transporte es una técnica anestésica opcional.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

\*Correspondencia para: Anaesthesia and Reanimation Department, Ankara Numune Training and Research Hospital, Ulku Mahallesi Talatpasa Bulvari n.º. 5, Altindag, Ankara 06100, Turkey. Phone: 0 312 508 40 00; Fax: 0 312 311 43 40.

E-mail: dilsenpinar@yahoo.com

ISSN/\$ - see front matter © 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

## Introducción

La hipotensión controlada es un método usado para mejorar el ambiente quirúrgico y proporciona un área seca en cirugía del oído medio<sup>1</sup>. Con ese propósito, el posicionamiento del paciente y el control de la ventilación pueden ser obtenidos con agentes farmacológicos como vasodilatadores, beta-bloqueantes, bloqueantes ganglionares y dosis elevadas de anestésicos inhalatorios potentes<sup>1-5</sup>.

Los agentes inhalatorios poseen potenciales beneficios para la hipotensión controlada<sup>5</sup>, tales como facilidad de administración y disponibilidad, efectos hipotensores y anestésicos y una rápida eliminación. El isoflurano reduce la resistencia vascular sistémica y mantiene el débito cardíaco en niveles normales, mientras reduce la presión arterial promedio. Sin embargo, la hipertensión de rebote es observada en algunos pacientes, lo que evita la estimulación simpática refleja y el mantenimiento de los niveles deseados de hipotensión<sup>6</sup>. Por esa razón, medicamentos adicionales son muchas veces usados para aliviar esos efectos adversos<sup>7-9</sup>.

La dexmedetomidina es un agonista  $\alpha_2$ -adrenérgico usado como agente sedativo, analgésico y ansiolítico que afecta la frecuencia cardíaca y disminuye la presión arterial. La dexmedetomidina es benéfica para la hipotensión controlada<sup>10</sup>.

En las cirugías del oído medio, cuando la membrana timpánica es colocada, el oído medio se convierte en un espacio cerrado y la membrana se puede desplazar de su posición original si el óxido nitroso se escapa hacia adentro de ese espacio. Por tanto, el óxido nitroso debe ser evitado durante la timpanoplastia o durante el corte del injerto antes de la colocación<sup>11</sup>. Para evitar los efectos nocivos del óxido nitroso, la anestesia por inhalación con técnicas de bajo flujo y otros agentes puede ser usada<sup>12</sup>.

Las desventajas económicas y ecológicas del uso del gas anestésico pueden ser minimizadas con el uso de técnicas anestésicas con bajo flujo. Al usar las técnicas de reinspiración en niveles elevados, el consumo de gas anestésico y de la contaminación disminuye a niveles mínimos, como también la contaminación del quirófano, sin aumentar los efectos perjudiciales.

Investigamos los efectos del óxido nitroso en pacientes sometidos a la cirugía del oído medio, usando hipotensión controlada provocada por dexmedetomidina e isoflurano en anestesia con bajo flujo.

## Métodos

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional y obtuvo el consentimiento informado de todos los pacientes. Cuarenta pacientes con edades entre 18-61 años, estado físico ASA I o II, programados para cirugía del oído medio fueron incluidos en este estudio prospectivo y aleatorio. Los pacientes con insuficiencia hepática, diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, anemia, alergias a medicamentos, enfermedades hemorrágicas o embarazo quedaron excluidos, como también los pacientes en uso de medicamentos que afectan el sistema de coagulación. Todos los pacientes fueron incluidos en los análisis estadísticos y todos completaron el estudio. El control de escape en los circuitos anestésicos y la calibración del monitor de gas se

hicieron antes de cada operación. Los circuitos anestésicos y los filtros bacterianos fueron usados una sola vez en cada operación. El absorbedor de CO<sub>2</sub> se cambió diariamente.

Los pacientes no fueron pre-medicados. En quirófano, el electrocardiograma (ECG), la frecuencia cardíaca (HBR), la presión arterial no invasiva (PANI) y la saturación periférica de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) fueron monitorizados con el uso de un aparato de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda, Finlandia). El acceso vascular por vía intravenosa (IV) se obtuvo vía cánula de calibre 18 ó 20 e infusión de lactato de Ringer iniciada con una velocidad de infusión de 5-10 mL.kg<sup>-1</sup>. La pre-oxigenación fue suministrada con O<sub>2</sub> (100%) vía mascarilla por 10 minutos.

Un catéter de calibre 22 se insertó en la arteria radial de la mano no dominante para monitorizar la presión sanguínea invasiva. Después de identificar los valores basales, se inició la infusión de dexmedetomidina (4 µg.mL<sup>-1</sup> con un volumen total de 50 mL de solución). Después de la infusión de dexmedetomidina por el inyector tipo bomba de infusión durante 10 minutos con una dosis de 0,1 µg.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, los valores de frecuencia cardíaca y de presión arterial fueron registrados. La infusión de dexmedetomidina se mantuvo hasta los últimos 30 minutos de operación en una dosis de 0,7 µg.kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.

Para la inducción de la anestesia, 4-6 mg.kg<sup>-1</sup> de tiopental (Pental Sodyum, İbrahim Ethem Ulagay İlac Sanayi, Estambul, Turquía) y 0,08-0,12 mg.kg<sup>-1</sup> de bromuro de vecuronio (Norcuron, Organon, Oss, Holanda) fueron administrados hasta el desaparecimiento del reflejo palpebral de tiopental, después del cual el paciente fue intubado. Después de la intubación traqueal, todos los pacientes fueron conectados al aparato de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda, Finlandia) y el volumen corriente fue mantenido en 8-10 mL.kg<sup>-1</sup> a 12 resp.min<sup>-1</sup>. Un monitor analizador de gas se usó para todos los pacientes y el Sodalaym (Sorbo-cal ®) se usó como absorbedor de CO<sub>2</sub>.

Los pacientes fueron aleatoriamente divididos en dos grupos (N y A) por medio de sobres sellados escogidos por ellos mismos antes del estudio. El flujo de gas fresco fue de 4,4 L.min<sup>-1</sup> (O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O = 1,4/3), conteniendo 1,5% de isoflurano después de la inducción para proporcionar la desnitrógenización y una mejor anestesia. Después de 10 minutos, el flujo de gas fresco del Grupo N (n = 20) cayó para 1 L.min<sup>-1</sup> en N<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub> 50%, para proporcionar un valor de FiO<sub>2</sub> por encima de 0,30, y 2-2,5% de isoflurano fueron administrados. Veinte minutos antes de la colocación de la membrana timpánica, el flujo de óxido nitroso fue interrumpido y la administración de isoflurano se mantuvo con un 50% de O<sub>2</sub> en aire y 2-2,5% de isoflurano. Para el Grupo A (n = 20), después de 10 minutos, el flujo de gas fresco fue reducido para 1 L.min<sup>-1</sup> con un 50% de O<sub>2</sub> en aire, lo que suministró un valor de FiO<sub>2</sub> por encima de 0,30, y 2-2,5% de isoflurano fue administrado.

La concentración de isoflurano fue elegida en valores en los cuales la PAP basal estuviese reducida en un 30% e interrumpida 10 minutos antes del final de la operación. El flujo de gas fresco a 6 L.min<sup>-1</sup> con O<sub>2</sub> a 100% fue administrado 5 minutos antes del final de la operación. Después de la cirugía, los valores fueron registrados y los pacientes desentubados. Los valores de frecuencia cardíaca (HBR), presión arterial promedio (PAP), saturación periférica de O<sub>2</sub> (SpO<sub>2</sub>), isoflurano inspiratorio (Fi Iso), isoflurano espiratorio (ETiso),

O<sub>2</sub> inspiratorio (FiO<sub>2</sub>), O<sub>2</sub> espiratorio (ETO<sub>2</sub>), N<sub>2</sub>O inspiratorio (FiN<sub>2</sub>O), N<sub>2</sub>O espiratorio (ETN<sub>2</sub>O), CO<sub>2</sub> inspiratorio (FiCO<sub>2</sub>), concentración de CO<sub>2</sub> al final de la espiración (ETCO<sub>2</sub>), concentración alveolar mínima (CAM) y presión de maseta del tracto respiratorio (Pplato) fueron registrados antes y después de la carga de dexmedetomidina, después de 0, 3, 5, 10 y 15 minutos después de la intubación en intervalos de 5 hasta 60 minutos y después en intervalos de 15 minutos. Durante la cirugía, los monitores fueron ajustados de modo que el dióxido de carbono espirado (ETCO<sub>2</sub>) quedase entre 35 y 40 mm Hg y el FiO<sub>2</sub> por encima de 30%. Cuando ETCO<sub>2</sub> quedó por encima de 40 mm Hg o el FiO<sub>2</sub> o la SpO<sub>2</sub> por debajo del 30% o 95%, respectivamente, la tasa de flujo de gas fresco fue aumentada para 4,4 L.min<sup>-1</sup> y esos pacientes fueron excluidos del estudio.

El Alfentanil (7 µg.kg<sup>-1</sup>) se administró por vía IV como analgésico adicional cuando la PAP quedó por encima de un 20% de los valores de control y las concentraciones de isoflurano fueron reducidas cuando la PAP quedó por debajo de 20%, con 10 mg de efedrina administrados enseguida por vía IV. El Sulfato de atropina (0,5 mg) fue administrado por vía IV y la concentración de isoflurano disminuyó cuando la frecuencia cardíaca quedó por debajo de 50 lpm. Para asegurar la profundidad equivalente de anestesia, el agente volátil se aumentó en 0,2-0,25 cuando era necesario.

El Ondansetron (4 mg) fue administrado por vía IV para la profilaxis de náuseas y vómitos y para el control del dolor postoperatorio, 75 mg de diclofenaco de sodio por vía intramuscular, en todos los pacientes, 30 minutos antes del final de la operación. La tasa de sangramiento fue determinada por el cirujano de acuerdo con la Escala de la Calidad Fromm-Boezaart, en la cual "0" = sin sangramiento; "1" = sin la necesidad de aspiración de sangre del campo quirúrgico; "2" = necesidad de aspiración ocasional del campo quirúrgico; "3" = necesidad de aspiración frecuente del campo quirúrgico; "4" = el campo solo puede ser visualizado después de la aspiración de sangre; "5" = la hemorragia no permite

el proseguimiento de la operación. Además, evaluamos la satisfacción del cirujano y la registramos como: "buena" = 1; "media" = 2; "mala" = 3.

Para calcular el consumo de gas, un proceso repetitivo de calibración del aparato de anestesia se ejecutó para cada paciente. Al final de la operación, la cantidad total consumida de isoflurano, N<sub>2</sub>O y O<sub>2</sub> fue registrada por los cálculos hechos por el dispositivo de anestesia ADU S/5. Además, la cantidad consumida de dexmedetomidina y el medicamento adicional también se registraron. Complicaciones como náuseas, vómitos, pruritos y retención urinaria que ocurrieron durante el período postoperatorio también fueron registradas.

Los datos obtenidos en este estudio fueron evaluados con el uso del programa SPSS 13. El análisis de la normalidad de los datos fue hecho por el test de Shapiro-Wilk. El test *t* de Student fue usado en grupos independientes para los datos que presentaron una distribución normal y el test del Xi-Cuadrado (Xi<sup>2</sup>) para las variables calculadas en bases categóricas. Los valores de *p* < 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos. Los pacientes que participaron en el estudio fueron aleatoriamente determinados y una suposición de neutralidad se obtuvo. Antes de este estudio, los valores de la magnitud del efecto de 0,85,  $\alpha$  = 0,05 y potencia teórica (1- $\beta$ ) = 0,70 fueron aceptados y con el uso del programa Gpower, el estudio fue hecho con 40 individuos, en los cuales *n*<sub>1</sub> = *n*<sub>2</sub> = 20.

## Resultados

Los grupos de estudio fueron equiparados en términos de edad (años), peso, altura, período de operación, sexo y puntajes ASA (*p* > 0,05) (Tablas 1 y 2).

Los parámetros hemodinámicos mostraron que la frecuencia cardíaca disminuye en cada grupo después de la carga de dexmedetomidina. Después de la intubación, ambos grupos tenían la misma tasa de aumento de frecuencia cardíaca para retornar o ligeramente rebasar los valores basales.

**Tabla 1** Resultados del Test *t* de Student y Comparación de las Características de los Pacientes.

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	<i>p</i> *
Edad (años)	30,5 ± 8,90	34,05 ± 10,27	0,278
Peso (kg)	65,12 ± 13,45	72,40 ± 14,49	0,088
Altura (cm)	165,93 ± 5,57	169,27 ± 8,70	0,064
Tiempo de operación (min)	168,12 ± 59,41	156,75 ± 58,49	0,588

Promedio ± Desviación Estándar; \* test *t* en grupos independientes.

**Tabla 2** Comparación de las Características de los Pacientes y Resultados del Test del Xi-Cuadrado (Xi<sup>2</sup>).

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	<i>p</i> (Xi-Cuadrado (Xi <sup>2</sup> ))
Sexo (F/M)	15/5	9/11	0,074
ASA I / II	8/12	4/16	0,130

\* *p* < 0,05.

El Grupo A tuvo una frecuencia cardíaca menor entre 5 y 30 minutos después de la intubación ( $p < 0,05$ ; test  $t$  de Student) (Figura 1).

No hubo diferencia significativa en la PAP en ambos grupos después de la carga de dexmedetomidina. Después de la intubación, la PAP fue mayor en los minutos 1-15 en el Grupo A ( $p < 0,05$ ) (Figura 2). El Grupo N alcanzó los niveles deseados de hipotensión 5 minutos después de la intubación, mientras que el Grupo A alcanzó los niveles deseados 20 minutos después de la intubación. Aunque la dexmedetomidina haya sido suspendida en los últimos 30 minutos, la PAP permaneció igual antes y después de la intubación (Figura 2).

Inmediatamente después de la intubación, los valores de la CAM en el Grupo N estaban ligeramente más elevados que en el Grupo A, con diferencias en los minutos 1, 3, 5, 10 y 15 (Figura 3) ( $p < 0,05$ ).

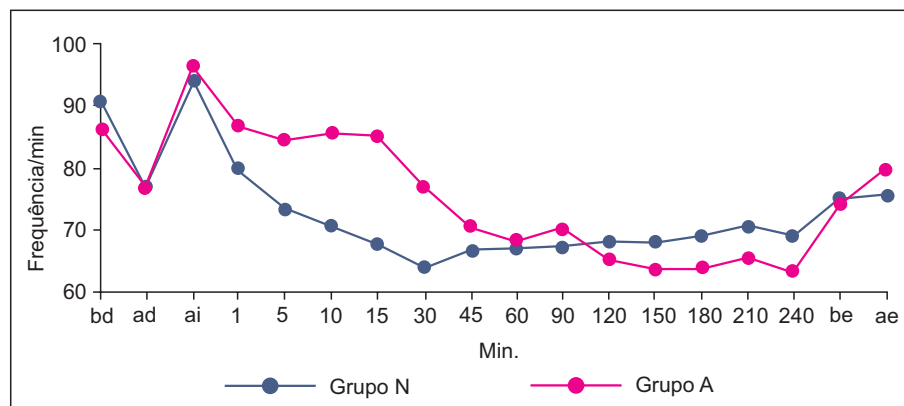
Los valores de  $FiO_2$  del Grupo N fueron inferiores a los del Grupo A, aunque ningún grupo haya presentado valores con caídas por debajo de un 30% durante ningún intervalo. Mientras los valores de  $FiO_2$  del Grupo A fueron mayores entre los minutos 5 y 60, el Grupo N tuvo valores más elevados a los 90 minutos ( $p < 0,05$ ). Entre 150 y 240 minutos, los val-

ores fueron nuevamente superiores en el Grupo A, aunque sin diferencia estadísticamente significativa (Figura 4) ( $p < 0,05$ ).

A partir de los 15 minutos, los valores de  $FiO_2$  fueron menores en el Grupo N en comparación con el Grupo A. Hubo diferencias significativas entre los valores en los minutos 15 y 30 (Figura 5). Los grupos no mostraron diferencias entre las presiones de  $ETiSO$  y  $ETCO_2$  o valores de la meseta P.

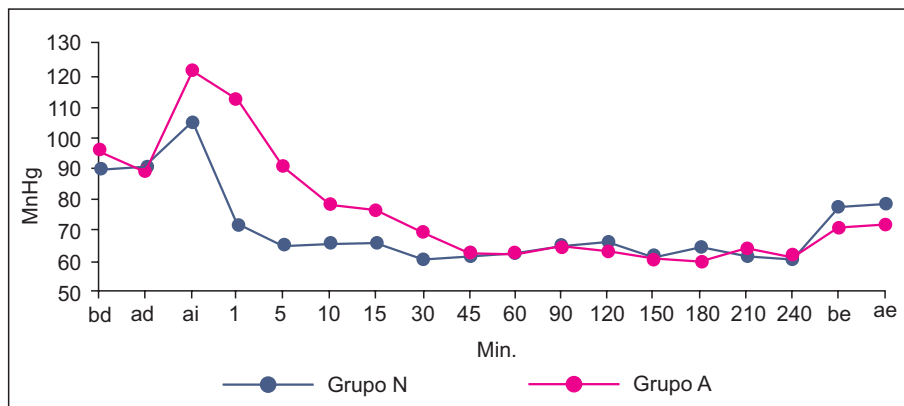
No hubo diferencia significativa entre los grupos con relación a los valores de dexmedetomidina (mcg), isoflurano (mL) y alfentanil (mcg). Aunque el uso de dexmedetomidina y el isoflurano haya sido mayor en el Grupo A, la diferencia no fue significativa (Tabla 3).

No hubo necesidad de aumentar el flujo de gas, porque no hubo caída de la saturación de oxígeno y de los valores de  $FiO_2$  por debajo del 94% o del 30%, respectivamente; y los valores de  $ETCO_2$  no rebasaron 40 mm Hg. El Alfentanil ( $7 \mu g \cdot kg^{-1}$ ) fue administrado por vía intravenosa en tres y cuatro pacientes de los grupos N y A respectivamente, porque la PAP cayó por debajo de los valores deseados. No hubo diferencia significativa entre los grupos en otros intervalos de tiempo en cuanto a esos datos ( $p < 0,05$ ).



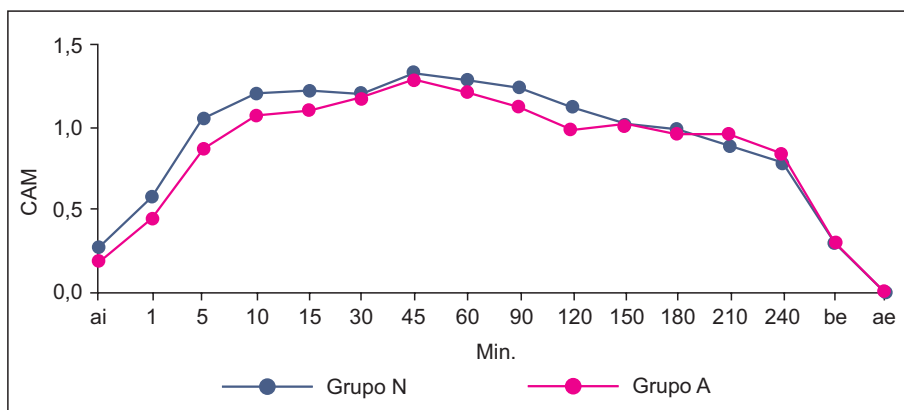
**Figura 1** Distribución de la Frecuencia Cardíaca.

bd: antes de dexmedetomidina; ad: después de la carga de dexmedetomidina; ai: después de la intubación; be: antes de la desintubación; ae: posteriormente a la desintubación.

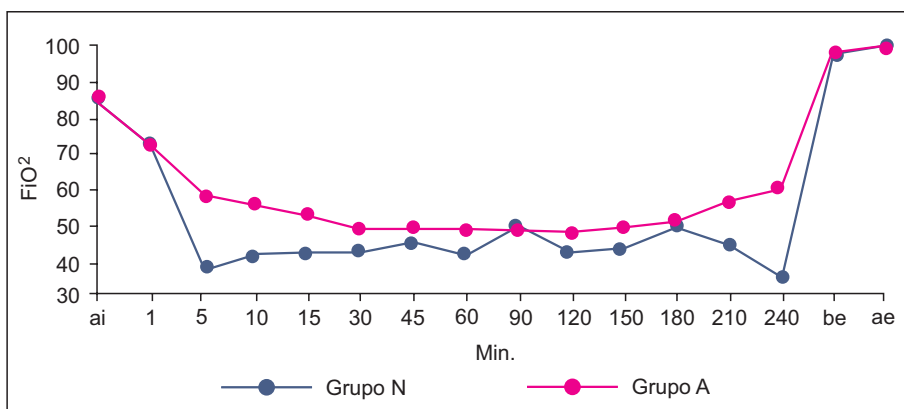


**Figura 2** Distribución de la PAP.

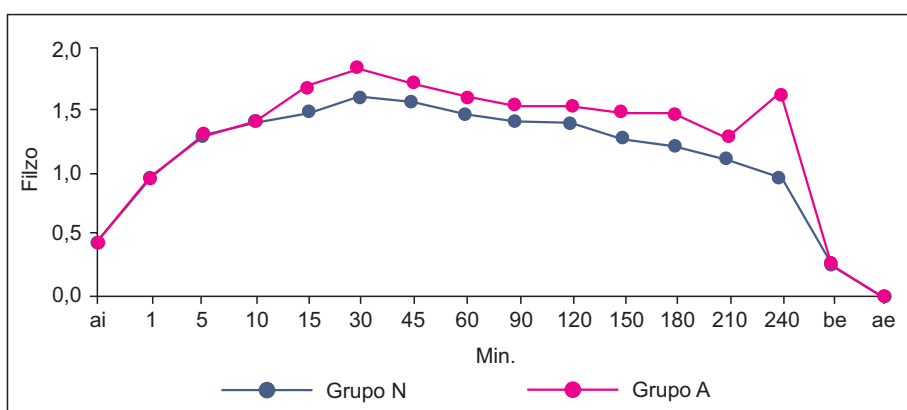
bd: antes de dexmedetomidina; ad: después de la carga de dexmedetomidina; ai: después de la intubación; be: antes de la desintubación; ae: después de la desintubación.



**Figura 3** Distribución de la CAM.  
ai: después de la intubación; be: antes de la desentubación; ae: después de la desentubación.



**Figura 4** Distribución de la FiO<sub>2</sub>.  
ai: después de la intubación; be: antes de la desentubación; ae: después de la desentubación.



**Figura 5** Distribución de la Fi Iso.  
ai: después de la intubación; be: antes de la desentubación; ae: después de la desentubación.

A los 15 minutos, cuando las incisiones quirúrgicas ocurrieron, fueron vistos sangramientos con una puntuación = 1, según la Escala de Calidad de Fromm-Boezaart, en seis

pacientes del Grupo N y en ocho pacientes del Grupo A. No hubo diferencias entre los grupos con relación a otros hallazgos o a la satisfacción del cirujano.

**Tabla 3** Consumo de Medicamentos.

	Grupo N (n = 20)	Grupo A (n = 20)	p*
Dexmedetomidina (mcg)	168,12 ± 51,53	174,55 ± 56,66	0,756
Isoflurano (mL)	21,25 ± 13,72	24,16 ± 7,17	0,070
Alfentanil (mcg)	0,18 ± 0,40	0,22 ± 0,42	0,806

Promedio ± Desviación Estándar; \* test *t* en grupos independientes.

## Discusión

Los principales riesgos en la aplicación de la anestesia con bajo flujo incluyen hipoxia, uso de anestésicos volátiles en dosis bajas o elevadas, desarrollo de hipercapnia y acumulación de gases tóxicos<sup>12</sup>. Los métodos de anestesia con bajo flujo son recomendados para operaciones pequeñas y medias y para pacientes sin quejidos iniciales significativos. Por ese motivo, los pacientes con estado físico ASA I o II fueron seleccionados.

Al aplicar los métodos de anestesia con bajo flujo, se recomienda el uso de dispositivos que puedan monitorizar y ajustar cuidadosamente los valores límite de alarma de presión de línea de aire, el volumen de gas inhalado, FiO<sub>2</sub>, las concentraciones del agente anestésico volátil y de CO<sub>2</sub><sup>12</sup>. En nuestro estudio, el aparato de anestesia ADU S/5 (Datex-Ohmeda®) fue usado, lo que permitió la monitorización de esos valores y el control electrónico del flujo de gas fresco.

En el método de anestesia con bajo flujo, hay un período inicial de 6-8 minutos para altos flujos de gas fresco (4-5 L.min<sup>-1</sup>), que abastece el sistema y ajusta la capacidad residual funcional del paciente, actualiza la ecualización de N<sub>2</sub>O y permite una profundidad suficiente de la anestesia al proporcionar la desnitrógenación. Por ende, el flujo de gas se reduce para 1 L.min<sup>-1</sup> y la anestesia con bajo flujo es iniciada<sup>12</sup>. En nuestro estudio, empezamos con la aplicación de la anestesia con bajo flujo después de 10 minutos de la desnitrógenación.

En nuestro estudio, una reducción de los parámetros hemodinámicos fue observada antes de la operación después de la carga de dexmedetomidina, aunque esos valores hayan retornado a los niveles basales después de la intubación (incluso cuando los parámetros hemodinámicos calculados estaban elevados en el grupo sin óxido nitroso, una profundidad anestésica adecuada e hipotensión controlada fueron obtenidas). En cuanto al uso de medicamento, sangramiento y satisfacción del cirujano, no hubo diferencia entre los grupos. Esos resultados están a tono con los de otros estudios<sup>13</sup>.

El desarrollo de aparatos de anestesia, el aumento de la consciencia sobre la sensibilidad ambiental, los anestésicos con características nuevas y altos costos, junto con las limitaciones financieras mundiales del sector médico, conllevaron al uso de métodos de anestesia con bajo flujo<sup>14</sup>. En anestesia con bajo flujo, el aire exhalado después de la absorción de CO<sub>2</sub>, que es usado en los sistemas semi-cerrados, se exhala nuevamente por el paciente en proporciones de por lo menos 50%. Esa situación puede ser obtenida por modernos sistemas de reinhalación solamente si el flujo de gas fresco puede ser

disminuido para 2,0 L.dk<sup>-1</sup><sup>15</sup>. De acuerdo con los estudios, el alto flujo de gas en la fase inicial, con una duración de 10 minutos, es obligatorio para garantizar que las tasas de flujo sean de por lo menos un 30% para FiO<sub>2</sub>, 3,0 L.min<sup>-1</sup> para el flujo de N<sub>2</sub>O y 1,4 L.min<sup>-1</sup> para el flujo de oxígeno<sup>16</sup>. La dosis de isoflurano debe ser ajustada para 1,5% durante la fase inicial. Se esos ajustes se hacen en los primeros 10 minutos, la CAM general será de 1,3. En nuestro estudio, el valor de la CAM para el grupo con óxido nitroso fue similar a ese valor. Ese valor es AD<sub>95</sub> y se acepta como una profundidad anestésica suficiente para garantizar que un 95% de los pacientes no reaccionarán a una incisión en la piel. Aantaa y col.<sup>17</sup> relataron que la dexmedetomidina usada en dosis elevadas disminuye la CAM de isoflurano para 47%. Esos bajos valores de CAM pueden producir hipotensión en niveles deseados con concentraciones menores de isoflurano resultante del uso de dexmedetomidina en ambos grupos.

Al disminuir el flujo en la anestesia con bajo flujo, un aumento de la FiO<sub>2</sub> puede ser observado entre 30 y 45 minutos, con una disminución lenta y continua después de ese aumento basal. Cuando se alcanza el límite de alarma de oxígeno, la tasa de flujo de oxígeno debe ser aumentada y el N<sub>2</sub>O reducido en la misma proporción. En nuestro estudio, ningún paciente tuvo una reducción de la FiO<sub>2</sub> por debajo de 30%, tal vez porque usamos 50% de oxígeno en nuestra aplicación con bajo flujo.

Aunque Tobias y Berkenbosch<sup>13</sup> relaten que después de suspender la infusión de dexmedetomidina los parámetros hemodinámicos de los pacientes volvieron a los valores basales en 7 minutos, en nuestro estudio ese período fue más largo después de la desentubación. Si la anestesia con un bajo flujo se mantiene, ese prolongamiento se espera porque la reducción de las concentraciones anestésicas es lenta y tardía. Además, la concentración relatada de isoflurano fue más baja que las usadas en nuestro estudio.

Se cree que el isoflurano es el anestésico volátil más adecuado para provocar la hipotensión en pacientes sanos<sup>18</sup>. En estudios tanto de seres humanos como de animales, el isoflurano demostró reducir la presión sanguínea al reducir la resistencia vascular<sup>19,20</sup>. Macnab y col.<sup>21</sup> relataron que la PAP puede ser reducida de forma eficiente y la respuesta al estrés debilitada cuando el isoflurano fue usado en cirugía de aneurisma cerebral. El valor límite del flujo sanguíneo que provoca isquemia en pacientes sometidos a la endarterectomía de la carótida es más bajo con el uso de isoflurano, comparado con el enflurano y el halotano. Newman y col.<sup>22</sup> relataron que para clampaje de aneurisma cerebral el isoflurano posee efectos benéficos en la relación oferta-demanda

de oxígeno cerebral. Haraldsted y col.<sup>23</sup> también relataron que el límite máximo del valor de la CAM en el cual esos efectos benéficos fueron observados es de 2,5.

Madsen y col.<sup>6</sup> relataron que la hipertensión de rebote ocurre después de la interrupción de isoflurano para clampaje de aneurisma cerebral aplicada en pacientes y que el isoflurano por sí solo no podría impedir la estimulación simpática con la hipertensión de rebote impedida por el  $\alpha$ 2-agonista clonidina. Además de eso, por no bloquear completamente los reflejos barorreceptores, el isoflurano puede obstruir la estimulación simpática de rebote para alcanzar los niveles deseados de hipotensión y puede ser desarrollada una resistencia contra los efectos hipertensivos del isoflurano<sup>6</sup>. La combinación de isoflurano con agentes para mantener el débito cardíaco puede ser más adecuada que su uso por sí solo en dosis más elevadas<sup>24</sup>. Toivenen y Kaukinen evaluaron la capacidad de la clonidina para disminuir el uso de agentes hipertensivos en la cirugía del oído medio descubriendo que la pre-medicación con clonidina (4-5  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) disminuye el uso de labetalol o isoflurano en hipotensión, como previno los aumentos de los niveles plasmáticos de catecolamina y el desarrollo posterior de la hipertensión de rebote<sup>7</sup>. Woodcock y col.<sup>8</sup> administraron clonidina (0,6 mg oral) con isoflurano (2%) como pre-medicación a pacientes sometidos a cirugías nasales y del oído medio dos horas antes de la cirugía y después intentaron obtener anestesia hipertensiva administrando un 3% de isoflurano. La pre-medicación disminuye la cantidad necesaria del hipotensivo y la cantidad de isoflurano necesaria para obtener hipotensión también se disminuyó.

La combinación de isoflurano con medicamentos que bloquean los receptores  $\alpha$ -adrenérgicos o  $\beta$ -adrenérgicos reduce los efectos negativos en comparación con el uso individual de isoflurano como hipertensivo<sup>25,26</sup>. Por tanto, el isoflurano puede ser usado como medicamento adyuvante en concentraciones bajas en la hipertensión controlada. Ese método posee ventajas como la reducción del metabolismo cerebral y la protección del cambio gaseoso pulmonar<sup>27</sup>.

La dexmedetomidina es un agonista  $\alpha$ 2-adrenérgico específico. Además de ser generalmente usada en ventilación mecánica de adultos, a menudo se le usa también en cirugía cardíaca como sedativo. Las características ansiolíticas y anestésicas y su capacidad de aumentar los efectos de opioides convierten a la dexmedetomidina en parte de un abordaje anestésico equilibrado. La dexmedetomidina también puede ser benéfica para la hipotensión porque disminuye la presión arterial promedio y la frecuencia cardíaca<sup>13</sup>. La premedicación con dexmedetomidina en dosis de 1,2-2,5  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  inhibe la respuesta cardiovascular a la laringoscopia e intubación traqueal<sup>28</sup>. La dexmedetomidina por vía IV (0,6  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) administrada 10 minutos antes de la inducción anestésica disminuye la respuesta al estrés<sup>29</sup>. Compatible con los resultados obtenidos en pacientes normotensos, la respuesta del estrés a la laringoscopia e intubación traqueal también fue suprimida cuando dexmedetomidina fue administrada 10 minutos antes de la anestesia.

En la cirugía del oído medio, el trastorno intraoperatorio de la visión a causa del sangramiento es un problema serio. Ülger y col. relataron que la dexmedetomidina permite una mejor visión quirúrgica y una exposición en comparación con la nitroglicerina, no solamente porque disminuye la presión sanguínea, sino también porque aumenta el flujo sanguíneo capilar y la presión venosa<sup>10</sup>. En nuestras evaluaciones, seis

pacientes del Grupo N (con óxido nitroso) presentaron sangramiento comparado con ocho pacientes del Grupo A. La colocación de la membrana en timpanoplastia generalmente ocurre entre 60 y 100 minutos y dura aproximadamente 20-30 minutos. Durante ese período, ambos grupos tuvieron puntuaciones cero de sangramiento y presiones arteriales promedio deseadas. Juntos, esos resultados indican que el nivel de hipotensión que se alcanzó es el suficiente y que la dexmedetomidina es eficaz para la hipotensión controlada.

Durante la timpanoplastia, el oído medio está expuesto a la atmósfera y no hay un aumento de la presión. Cuando la membrana timpánica es colocada, el oído medio vuelve a ser un espacio cerrado. Si el óxido nitroso invade ese espacio, la presión en el oído medio será aumentada y la membrana puede desplazarse de su punto de colocación. Si el flujo de óxido nitroso se interrumpe después de la colocación de la membrana, una presión negativa puede ocurrir y la membrana puede retraerse. Por ambos motivos, el óxido nitroso debe ser evitado o interrumpido durante la timpanoplastia para la colocación de injerto<sup>10</sup>.

Los métodos de anestesia con bajo flujo minimizan problemas como la liberación de óxido nitroso hacia la atmósfera y la contaminación del quirófano<sup>30-32</sup>, mientras mantienen la cantidad de gas recibido por los pacientes y los resultados nocivos inalterados. Para evitar esos problemas, el uso de óxido nitroso debe ser evitado en todas las anestias con la administración de fármacos inhalatorios, incluyendo los métodos de anestesia con bajo flujo. La falta de analgesia proveniente de la interrupción del flujo de óxido nitroso puede ser compensada con el uso de opioides y la falta de efecto hipnótico puede ser compensada con el aumento de la concentración del agente volátil<sup>12,13</sup>.

Como conclusión, en la anestesia con bajo flujo para la cirugía del oído medio, la presión arterial promedio deseada puede ser alcanzada en ambos grupos con el uso del isoflurano y la dexmedetomidina, aunque la presión arterial promedio deseada haya sido alcanzada más tarde en el grupo sin óxido nitroso. Sin embargo, durante la colocación quirúrgica de la membrana, lo que ocurre en las últimas fases de la operación, el cirujano no será afectado por ese atraso, haciendo con que la dexmedetomidina sea un agente adecuado para proporcionar hipotensión controlada sin óxido nitroso en cirugía del oído medio.

## Referencias

1. Van Aken H, Miller Jr ED - Deliberate hypotension. In: Miller RD (ed.). Anesthesia. Fifth edition. New York: Churchill Livingstone; 2000;1470-1490.
2. Degoute CS, Dubreuil C, Ray MJ et al. - Effects of posture, hypotension, and locally applied vasoconstriction on the middle ear microcirculation in anaesthetized humans. Eur J Appl Physiol. 1994;69:414-420.
3. Boezaart AP, van der Merwe J, Coetzee AR - Comparison of sodium nitroprusside and esmolol-induced controlled hypotension for functional endoscopic sinus surgery. Can J Anaesth. 1995;42:373-376.
4. Pilli G, Güzeldemir ME, Bayhan N - Esmolol for hypotensive anesthesia in middle ear surgery. Acta Anaesthesiol Belg. 1996;47:85-91.

5. Pavlin JD, Colley PS, Weymuller EA Jr et al. - Propofol versus isoflurane for endoscopic sinus surgery. *Am J Otolaryngol.* 1999;20:96-101.
6. Madsen JB, Cold GE, Hansen ES, Bardrum B, Kruse-Larsen C - Cerebral blood flow and metabolism during isoflurane-induced hypotension in patients subjected to surgery for cerebral aneurysms. *Br J Anaesth.* 1987;59:1204-1207.
7. Toivonen J, Kaukinen S - Clonidine premedication: a useful adjunct in producing deliberate hypotension. *Acta Anaesth Scand.* 1990;34:653-357.
8. Woodcock TE, Millard RK, Dixon J, Prys-Roberts C - Clonidine premedication for isoflurane-induced hypotension. Sympathoadrenal responses and a computer-controlled assessment of the vapour requirement. *Br J Anaesth.* 1988;60:388-394.
9. Aho M, Lehtinen AM, Erkola O, Kallio A, Korttila K - The effect of intravenously administered dexmedetomidine on perioperative hemodynamics and isoflurane requirements in patients undergoing abdominal hysterectomy. *Anesthesiology.* 1991;74:997-1002.
10. Ülger HM, Demirbilek S, Köroğlu A, Borazan H, Ersoy MÖ - Orta kulak cerrahisinde dexmedetomidin ile kontrollü hipotansiyon. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi.* 2004;11:237-241.
11. Imberti R, Preseglio I, Imbriani M, Ghittori S, Cimino F, Mapelli A - Low flow anaesthesia reduces occupational exposure to inhalation anaesthetics. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1995;39:586-591.
12. Baum JA - Low flow anaesthesia in clinical practice. In: Baum JA (ed.). *Low flow anaesthesia. The theory and practice of low flow, minimal flow, and closed system anaesthesia (2<sup>nd</sup> ed.).* Oxford, Butterworth Heinemann. 2001;220-268.
13. Tobias JD, Berkenbosch JW - Initial experience with dexmedetomidine in paediatric-aged patients. *Paediatr Anaesth.* 2002;12:171-175.
14. Baxter AD - Low and minimal flow inhalation anaesthesia. *Can J Anaesth.* 1997;44:643-653.
15. Baum JA, Aitkenhead AR - Low-flow anaesthesia. *Anaesthesia.* 1995;50(Suppl):37-44.
16. Barton F, Nunn JF - Totally closed circuit nitrous oxide/oxygen anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1975;47(3):350-357.
17. Aantaa R, Jaakola M-L, Kallio A, Kanto J - Reduction of the minimum alveolar concentration of isoflurane by dexmedetomidine. *Anesthesiology.* 1997;86:1055-1060.
18. Bertrand D, Boivin G, Manel J, Laxenaire MC - Effects of isoflurane on bleeding in microsurgery of the middle ear. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1987;6:416-418.
19. Lam AM, Gelb AW - Cardiovascular effects of isoflurane-induced hypotension for cerebral aneurysm surgery. *Anesth Analg.* 1983;62:742-748.
20. Van Aken H, Fitch W, Graham DI, Brüssel T, Themann H - Cardiovascular and cerebrovascular effects of isoflurane-induced hypotension in the baboon. *Anesth Analg.* 1986;65:565-574.
21. Macnab MS, Manninen PH, Lam AM, Gelb AW - The stress response to induced hypotension for cerebral aneurysm surgery: a comparison of two hypotensive techniques. *Can J Anaesth.* 1988;35:111-115.
22. Newman B, Gelb AW, Lam AM - The effect of isoflurane-induced hypotension on cerebral blood flow and cerebral metabolic rate for oxygen in humans. *Anesthesiology.* 1986;64:307-310.
23. Haraldsted VY, Asmussen J, Herlevsen P, Cold GE - Cerebral arteriovenous difference of oxygen during gradual and sudden increase of the concentration of isoflurane for induction of deliberate hypotension. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36:142-144.
24. Dal D, Çeliker V, Özer E, Başgül E, Salman MA, Aypar Ü - Induced hypotension for tympanoplasty: a comparison of desflurane, isoflurane and sevoflurane. *Eur J Anaesthesiol.* 2004;21:902-906.
25. Kick O, Van Aken H, Wouters PF, Verbesselt K, Van Hemelrijck J - Vital organ blood flow during deliberate hypotension in dogs. *Anesth Analg.* 1993;77:737-742.
26. Toivonen J, Virtanen H, Kaukinen S - Labetalol attenuates the negative effects of deliberate hypotension induced by isoflurane. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1992;36:84-88.
27. Nicholas JF, Lam AM - Isoflurane-induced hypotension does not cause impairment in pulmonary gas exchange. *Can Anaesth Soc J.* 1984;31:352-358.
28. Aantaa R, Jaakola ML, Kallio A, Kanto J, Scheinin M, Vuorinen J - A comparison of dexmedetomidine, and alpha 2-adrenoceptor agonist, and midazolam as i.m. premedication for minor gynecological surgery. *Br J Anaesth.* 1991;67:402-409.
29. Jaakola ML, Ali-Melkkilä T, Kanto J, Kallio A, Scheinin H, Scheinin M - Dexmedetomidine reduces intraocular pressure, intubation responses and anaesthetic requirements in patients undergoing ophthalmic surgery. *Br J Anaesth.* 1992;68:570-575.
30. Watts A, Luney SR, Lee D, Gelb AW - Effect of nitrous oxide on cerebral blood flow velocity after induction of hypocapnia. *J Neurosurg Anaesthesiol.* 1998;10:142-145.
31. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson CP - *Clinical Anesthesiology.* Third Edition. Lange; 2001;143.
32. Bozkurt P, Saygı NE, Tomatır E, Yekeş Y - N<sub>2</sub>O-free low-flow anesthesia technique for children. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49:1330-1333.