



11202  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
E INVESTIGACION  
SUBDIVISION DE ESPECIALIDADES MEDICAS  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
DR. BERNARDO SEPULVEDA**

135

**PERDIDA DE CALOR EN ANESTESIA DE  
BAJOS FLUJOS CONTRA ALTOS FLUJOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO ANESTESIOLOGO**

**P R E S E N T A**

**DRA. CONSUELO PEDRAZA JUAREZ**

**ASESOR: DR. SALVADOR VILA HERRERA**



**MEXICO, D. F.**

**OCTUBRE DEL 2002**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres,  
por su incondicional apoyo  
les debo lo que soy.

A mis hermanos,  
por su gran cariño y confianza en mí.

A mi gran amigo Salvador,  
por ayudarme en todo momento.

A Benjamín,  
por su compañía durante todo este tiempo.

A mis asesores de tesis,  
por ayudarme a la realización de este objetivo.

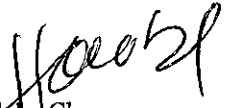
A mis profesores,  
por contribuir con su enseñanza.

A todos ellos y a DIOS,  
mil gracias.

Dr. Alfonso Quiroz Richards  
Profesor Titular y Jefe del Servicio de Anestesiología  
Centro Medico Nacional Siglo XXI  
Hospital de especialidades  
IMSS México, D.F.



Dr. José Halabe Cherem  
Jefe del Departamento de Educación  
Continua y Enseñanza.  
Centro Medico Nacional Siglo XXI  
Hospital de especialidades  
IMSS México, D.F.

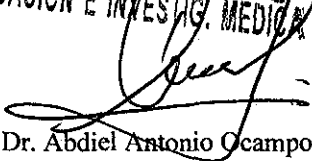


Dr. Salvador Vila Herrera  
Anestesiólogo e Intensivista  
adscrito al Servicio de Anestesiología  
Del Centro Medico Nacional Siglo XXI  
Hospital de especialidades  
IMSS México, D.F.



DELEGACION 3 SUROESTE D.F.  
C.M.N. SIGLO XXI  
IMSS HOSP. DE ESPECIALIDADES  
**RECIBIDO**  
31 OCT 2002  
DIV. EDUCACION E INVESTIG. MEDICA

Dr. Abdiel Antonio Ocampo  
Neuroanestesiólogo adscrito al  
Departamento de Educación continua  
Y Enseñanza.  
Centro Medico Nacional Siglo XXI  
Hospital de especialidades  
IMSS México, D.F.



  
  
SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.

## INDICE

	Paginas.
Resumen en Español. ....	5
Resumen en Ingles. ....	6
Introducción. ....	7-11
Material y Métodos. ....	11-14
Resultados. ....	14-15
Discusión. ....	15-16
Conclusiones. ....	16
Cuadros y Gráficos. ....	17-22
Bibliografía. ....	23-25

**RESUMEN**

**TITULO: PERDIDA DE CALOR EN ANESTESIA DE BAJOS FLUJOS  
CONTRA ALTOS FLUJOS**

\*Dra. Consuelo Pedraza Juárez, \*\* Dr. Salvador Vila Herrera, \*\*\* Dr. Abdiel Antonio Ocampo, \*\*\*\* Dr. Alfonso Quiroz Richards

**PALABRAS CLAVES:** Bajos Flujos, Isoflurano, Temperatura.

La anestesia general inhibe el control aferente y eferente de la termoregulación. Se reduce la producción de calor y la capacidad del individuo para vigilar y mantener la termorregulación. Además el ambiente del quirófano y la exposición quirúrgica favorecen la pérdida excesiva de calor. Las deficiencias de humedad requieren energía en dos formas: para calentar los gases inspirados hasta la temperatura corporal, y la pérdida más importante de calor proviene del costo de la vaporización de agua. Por esto la anestesia de bajos flujos es un medio para evitar una mayor pérdida de calor, porque al reaccionar la cal sodada con el bióxido de carbono producido por el paciente, se genera agua y calor, en relación inversa al flujo de gases fresco utilizado. Con un correcto conocimiento de la captación y distribución de los gases anestésicos, requerimientos de oxígeno, monitorización y equipos adecuados, la anestesia de altos flujos (AAF) no ofrece ninguna ventaja o mayor seguridad Si a lo anterior agregamos las ventajas de la ABF como: economía; Menos contaminación y mejoría en la actividad mucociliar. Es evidente la importancia del conocimiento e implementación de dicha técnica. El objetivo de nuestro estudio es Demostrar la menor pérdida de calor e igual seguridad con anestesia de bajos flujos.

**MATERIAL Y METODOS:** Se estudiaron 38 pacientes, divididos en 2 grupos al azar, el primero recibió ABF y el segundo AAF. Los criterios de inclusión fueron: pacientes de ambos sexos, entre 18 y 60 años, ASA I-II, programados para cirugía electiva de otorrinolaringología. Se registró la TAS, TAD, FC y CAM c/5min. Se indujo con Fentanil 3mcgr/Kg + Vecuronio 80mcgr/Kg + Propofol 1-2mg/Kg. Posterior a la intubación se coloca sensor de temperatura en nasofaringe y cuantifica temperatura inicial del paciente, se abrió el dial de Isoflurano .5-2vol% + 3 L x minuto de O<sub>2</sub> durante 20min, a continuación se redujo a 1 L x min en el grupo ABF y se dejó sin cambio en AAF. La ventilación fue controlada para mantener normocapnia. Mantenimiento: el dial de Isoflurano se modificó para mantener tensión arterial  $\pm$  20% de basales. Fentanil : 1.5-2  $\mu$ /kg 5 min antes del inicio de cirugía, y cada 60 min en lo sucesivo a menos que se previera conclusión de acto quirúrgico en menos de 40min. Emersión: 5 a 15 min antes del final de la cirugía y se registró la temperatura final del paciente.

**RESULTADOS:**

Se estudio una muestra de 38 pacientes divididos en dos grupos ABF(n=21) y AAF(n=17). Los pacientes de ABF tuvieron una edad promedio de 37.81 $\pm$ 9.72 años, correspondiendo 52.4% a mujeres y 47.6% a hombres, 13 ASA I y 8 ASA II. Los pacientes de AAF tuvieron una edad promedio de 40.29 $\pm$ 8.60 años, siendo 47.1% mujeres y 52.9% hombres, 11 ASA I y 6 ASA II. No se encontraron diferencias significativas con respecto a la edad, peso, CAM, dosis total de citrato de fentanilo, duración de la anestesia, variables hemodinámicas, SpO<sub>2</sub>, ni ETCO<sub>2</sub>. No hubo complicaciones, ni eventos adversos en ninguno de los dos grupos.

Para el grupo ABF se obtuvo una mediana de la temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.30; Q75=36.60), y en el grupo AAF una temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.40; Q75=36.60), no encontrándose diferencias significativas. Para la temperatura final en ABF se obtuvo una Md=36.40°C (Q25=36.30; Q75=36.60) y en AAF una Md=35.60°C (Q25=35.75; Q75=35.70), diferencia estadísticamente significativa.

**CONCLUSIONES:**

La técnica de anestesia de bajos flujos es capaz de reducir las pérdidas de calor, sin presentar los eventos adversos, ni comprometer la seguridad del paciente

\* Médico Residente del tercer año de Anestesiología con sede en el HECMNSXXI IMSS México DF.

\*\* Anestesiólogo adscrito al servicio de Anestesiología del HECMNSXXI IMSS México DF.

\*\*\* Anestesiólogo adscrito a Educación continua y Enseñanza del HECMNSXXI IMSS México DF.

\*\*\*\* Jefe y profesor titular del Servicio de Anestesiología del HECMNSXXI IMSS México DF.

## SUMMARY

### TITLE: HEAT LOSS IN LOW FLOWS ANESTHESIA AGAINST HIGH FLOWS

\*Dra. Consuelo Pedraza Juárez, \*\* Dr. Salvador Vila Herrera, \*\*\* Dr. Abdiel Antonio Ocampo,  
\*\*\*\*Dr. Alfonso Quiroz Richards

**PASSWORDS:** Low Flows, Isoflurano, Temperature.

General anesthesia inhibits afferent and efferent control of thermoregulation. Heat production and individual's capacity to maintain thermoregulation are both reduced. Besides, operating room temperature and surgical exposure favor excessive heat loss. Humidity deficiencies need two forms of energy: to warm inspired gases to body temperature, and the most important heat loss comes from water evaporation. Thus, low flow anesthesia is a means to avoid heat loss, because when soda lime reacts with patient's carbon dioxide, water and heat are generated, in inverse relation to fresh gas flow used. With a correct knowledge of anesthetic gases capture and distribution, oxygen requirements, and adequate monitoring and equipment, high flow anesthesia doesn't offer any advantage or greater security. If to the above-mentioned we add the advantages of LFA, like: economy; less contamination; less lost of heat and improvement in the mucociliar activity. It is evident the importance of the knowledge and implementation of this technique. The objective of our study is to demonstrate the smaller heat loss and same security with low flows anesthesia Vs high flows.

**METHODS:** 38 patients were randomly divided into 2 groups, the first one received LFA and the second HFA. The inclusion criteria were: patient of both sexes, between 18 and 60 years, ASA I-II, programmed for elective otorhinolaryngology surgery. Systolic and diastolic blood pressure, heart rate and MAC were registered every 5 minutes. General anesthesia was induced with Fentanyl 3mcgr/Kg + Vecuronium 80mcgr/Kg + Propofol 1-2mg/Kg. After intubating, temperature monitoring was placed in the nasopharynx and patient's initial temperature was recorded, and isoflurane vaporizer was opened up .5-2vol% + 3l x minute of O2 during 20min, next we decreased to 1 l x min in the LFA group and kepted without change in HFA. Ventilation was controlled to maintain normocapnia. Maintenance: Isoflurane vaporizer was modified to maintain BP±20% of base line. Fentanyl: 1.5-2 mcgr/ kg 5 min before the surgery beginning, and each 60 min in the successive unless surgery could end in less than 40min. Recovery: 5 to 15 min before the end of surgery, patient's final temperature was recorded.

**RESULTS:**

38 patients were divided in two groups LFA(n=21) and HFA(n=17). Patients of LFA had an age 37.81±9.72 year-old average, corresponding 52.4% to women and 47.6% to men, 13 ASA I and 8 ASA II. Patients of HFA had an age 40.29±8.60 year-old average, being 47.1% women and 52.9% men, 11 ASA I and 6 ASA II. They were not significant differences regard to age, weight, MAC, total fentanyl dose, anesthesia duration, hemodynamic changes, SpO2, neither ETCO2. There were not complications, neither adverse events in none of the two groups. For the LFA group the patient's initial temperature obtained was Md= 36.5°C (Q25=36.30; Q75=36.60), and for the HFA group the patient's initial temperature was Md=36.5°C (Q25=36.40; Q75=36.60), without finding any significant differences. For the patient's final temperature in the LFA group, the recorded values were: Md=36.40°C (Q25=36.30; Q75=36.60), and in the HFA group we obtained Md=36.40°C (Q25=35.75; Q75=35.70), a statistically significant difference.

**CONCLUSIONS:**

LFA technique is capable of reducing heat loss, without reporting any adverse effect, neither to commit the patient's security.

\* Anesthesiologist resident doctor of third year in the CMNSXXI IMSS Mexico DF.

\*\* Assistant Professor to the Anesthesiology Department of CMNSXXI IMSS Mexico DF.

\*\*\* Assistant Professor to Continuous Education and Teaching Department of CMNSXXI IMSS Mexico DF.

\*\*\*\* Commander in Chief of the Anesthesiology Department in CMNSXXI IMSS Mexico DF.

## 1. INTRODUCCIÓN.-

La anestesia general inhibe el control aferente y eferente de la termoregulación. Se reduce la producción de calor y la capacidad del individuo para vigilar y mantener la termorregulación. Además el ambiente del quirófano y la exposición quirúrgica favorecen la pérdida excesiva de calor.<sup>(1)</sup>

La hipotermia operatoria predispone a los pacientes a incrementar el índice metabólico (escalofríos) y el trabajo cardíaco, a disminuir el metabolismo de los fármacos y flujo sanguíneo cutáneo, así como a alterar la coagulación. Los anestesiólogos vigilan la temperatura central para mantenerla en valores cercanos a los normales en todos los pacientes sometidos a anestesia. La temperatura central puede estimarse con un sensor colocado en nasofaringe.<sup>(2)</sup>

Las deficiencias de humedad requieren energía en dos formas: para calentar los gases inspirados hasta la temperatura corporal, y la pérdida más importante de calor proviene del costo de la vaporización de agua. Por esto la anestesia de bajos flujos es un medio para evitar una mayor pérdida de calor, porque al reaccionar la cal sodada con el bióxido de carbono producido por el paciente, se genera agua y calor, en relación inversa al flujo de gases fresco utilizado<sup>(2,3,4)</sup>

Existe poca experiencia en la administración de anestesia de bajos flujos durante la residencia y práctica profesional<sup>(5,6)</sup> ya que la técnica habitual es con altos flujos sin evaluar la importancia de una correcta humidificación y un adecuado calentamiento de los gases anestésicos.

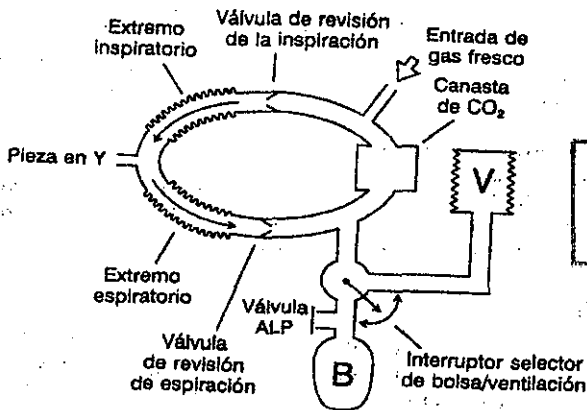
Con un correcto conocimiento del funcionamiento de los equipos de anestesia (máquina de anestesia, absorbedor de bióxido de carbono, ventiladores, vaporizadores, circuito circular), farmacocinética de la captación y distribución de los gases anestésicos, requerimientos de oxígeno, monitorización adecuada según la Norma Oficial Mexicana NOM-170-SSA1-1998 (aplicable a cualquier técnica anestésica), la anestesia de altos flujos ofrece la misma seguridad cuando se compara con la anestesia de bajos flujos, siempre y cuando se sigan los lineamientos para la realización de la misma.<sup>(3,7,8,9,10,11,12)</sup> Sin embargo la anestesia con bajos flujos ofrece ventajas como: economía,<sup>(3,12,13,14,15,16,17)</sup> menos contaminación<sup>(12,18)</sup> menos pérdidas de calor<sup>(3,4,12,19)</sup> y mejor actividad mucociliar.<sup>(2,20)</sup> Es evidente la importancia del conocimiento e implementación de dicha técnica, que en síntesis consiste

en suministrar durante los primeros minutos un alto flujo de gas fresco y halogenado debido a la gran captación inicial de los tejidos ricamente vascularizados, y garantizar una desnitrogenización satisfactoria. Como la captación se reduce en relación con el tiempo, disminuir el flujo de gas fresco en forma progresiva hasta 0.5 a 1 litro por minuto para el mantenimiento de la anestesia <sup>(3,4,12)</sup>, siguiendo las recomendaciones del Profesor W. Mapleson, quien sugiere usar altos flujos al inicio de la técnica anestésica, y luego bajos flujos para el mantenimiento. <sup>(21)</sup>

La técnica de bajos flujos, en la última década ha ganado más adeptos. Se ha utilizado en paciente La técnica de bajos flujos, en la última década ha ganado más adeptos. Se ha utilizado en pacientes sometidos a trasplante hepático, cirugía de corazón abierto, gastrectomía <sup>(10,19,21)</sup>; En los estudios sobre seguridad del sevoflurano y bajos flujos, utiliza como grupo control a pacientes anestesiados con Isoflurano <sup>(22,23,24)</sup>; Se determino el tiempo optimo para reducir el flujo de gases frescos al usar isoflurano <sup>(25)</sup>; Se han estudiado los niveles de monóxido de carbono con técnica de altos y bajos flujos, encontrando niveles mayores en el segundo grupo, pero sin repercusión clínica y refieren que en 10 años de aplicar la técnica, ningún paciente presentó evidencia de intoxicación por monóxido de carbono. <sup>(9,11)</sup> En ninguno de los estudios citados se reporta un aumento de complicaciones o eventos adversos derivados de la técnica.

Los requerimientos de materiales y equipo para la anestesia de bajos flujos son: pulso-oximetría, medición del bióxido de carbono al final de la espiración, fracción inspirada y espirada de oxígeno, volumen minuto, neumotocografía o espirometría, circuito circular con absorbedor de bióxido de carbono funcional, flujómetros calibrados para flujos menores a un litro de oxígeno por minuto y ventilador de fuelle ascendente. Encontrándose todos estos recursos en el Hospital de Especialidades del CMN SXXI <sup>(3,4,12)</sup>.

Los riesgos de la anestesia de bajos flujos son la hipoxia y la retención del bióxido de carbono. Antes de explicar como prevenirlos, debemos conocer el funcionamiento del sistema circular. <sup>(4)</sup>



En este el flujo de gas fresco pasa por válvula y rama inspiratoria, pieza en y llega al paciente quien capta halogenado y oxígeno. El flujo de gas fresco no captado junto con el bióxido de carbono espirado pasa a la rama y válvula espiratoria, y según sea la ventilación mecánica o manual pasa al fuelle del ventilador o bolsa reservorio. En el caso de ventilación mecánica es necesario el uso de fuelles ascendentes los cuales suben durante la fase espiratoria. La eliminación del flujo de gas fresco excedente solo sucede después que el fuelle se llena por completo, de esta manera puede detectar si el flujo de gas fresco es insuficiente para mantener los parámetros establecidos al no ascender completamente. Durante la fase inspiratoria el fuelle desciende y el flujo pasa por la canasta con absorbedor de bióxido de carbono, reteniendo el mismo, el flujo restante (Flujo de gas – captado por el paciente) se mezcla con el nuevo flujo de gas fresco. De aquí derivan varias conclusiones:

- El flujo de gas fresco con circuito circular no se calcula sobre la base del peso del paciente, como ocurre con los Sistemas Mapleson. El flujo de gas fresco mínimo debe garantizar los requerimientos de oxígeno (250-300 ml) y la ventilación adecuada, ya que el bióxido de carbono se queda en el absorbedor (anestesia con circuito circular cerrado).
- La retención de bióxido de carbono ocurre cuando se agota el absorbedor o por la incapacidad del flujo de gas fresco para mantener los parámetros ventilatorios debido a las múltiples fugas.
- El absorbedor de bióxido de carbono se agotara más rápido cuanto menor sea el flujo, por representar el bióxido de carbono una proporción mayor del volumen que finalmente pasa por el absorbedor. Con flujo de 0.5 litros por minuto, pasa por el

absorbedor aproximadamente un 80% del bióxido de carbono espirado. Por el contrario con flujos de 4 litros por minuto solamente un 20% pasa por el absorbedor para quedar fijado. Actualmente en el Hospital de Especialidades CMN SXXI, el absorbedor de bióxido de carbono (cal sodada) se cambia diariamente. Esta tiene una capacidad de absorción de 10 a 20 litros de bióxido de carbono por cada 100 gramos y la capacidad del canister de la maquina DATEX OHMEDA 3 es de 500 gramos, por lo que esta garantizada la absorción de 75 L de bióxido de carbono. Si la producción de la misma en un paciente de 70 Kg es aprox. 200ml/minuto, tenemos garantizada 7 horas de anestesia con un flujo de gases fresco de 1 L x minuto (o mayor, porque no todo el bióxido de carbono producido pasa por el canister), sin necesidad de cambiar la cal.

- d. La reacción de la cal sodada y el bióxido de carbono genera agua (humedad) y calor, en relación inversa al flujo.
- e. A mayor flujo de gas fresco, el flujo excedente (que se desperdicia) con y halogenado será mayor, contribuyendo al mayor gasto de estos y mayor contaminación del ambiente.

Durante la anestesia general podemos considerar que el consumo de oxígeno es prácticamente constante y se mantiene aproximadamente dentro de unos valores que pueden calcularse con la formula de Brody  $V_{O_2} = 10 \times \text{peso corporal (kg}^{3/4}) \text{ (ml/min)}$ , o el peso x 3. Una persona promedio de 70 kg requiere entre 200 a 250 ml de oxígeno. En el circuito y maquina de anestesia no deben existir fugas importantes que pudiesen comprometer este aporte. Una vez reducido el flujo de gas fresco se debe checar el volumen minuto, la neumotocografía y espirometría, la fracción inspirada y espirada de oxígeno, y el ascenso completo del fuelle del ventilador o no vaciamiento de la bolsa reservorio en el caso de la ventilación manual. Con lo cual se garantiza que el flujo administrado es suficiente para mantener el aporte adecuado de oxígeno y mantener los parámetros ventilatorios establecidos (frecuencia ventilatoria y volumen corriente). Existe el riesgo de mezclas hipoxicas al utilizar oxido nitroso si no se cuenta con analizador de gases.<sup>(12)</sup>

La hipercapnia ocurre cuando el flujo no es suficiente para mantener los parámetros ventilatorios (hipoventilación del paciente) o se agote el absorbedor de bióxido de carbono, lo cual puede prevenirse verificando los parámetros ya citados y bióxido de carbono al final

de la espiración, conociendo la capacidad de absorción de la cal sodada y cambiando la misma cuando sea necesario <sup>(3,4,12)</sup>

Otro aspecto a tomar en cuenta durante la anestesia general con flujos bajos es la acumulación en el circuito de gases de baja solubilidad: nitrógeno, metano e hidrógeno, no reportándose nunca concentraciones problemáticas o peligrosas. También puede acumularse la acetona en pacientes con intoxicación alcohólica aguda o cetoacidosis diabética, por tanto, si no queremos limitar su eliminación pulmonar, el flujo de gas fresco no deberá ser menor de 1 L x minuto, de esta forma obtenemos un efecto de lavado suficiente. La acumulación de monóxido de carbono no tiene significación clínica en la rutina diaria. Únicamente en pacientes de alto riesgo con anemia, tabaquismo y alteraciones clínicamente significativas de la circulación, se debe garantizar un efecto de lavado suficiente durante la administración de transfusiones masivas, empleando un flujo de gas fresco de 1 L x minuto. <sup>(3,12)</sup>

La técnica esta contraindicada en las siguientes intervenciones: cuando no se garantice el neumotaponamiento de las vías respiratorias; aparatos y equipos técnicamente limitados; monitorización insuficiente; desconocimiento de la técnica. <sup>(12)</sup>

En conclusión, la técnica es segura y podría significar una reducción importante en las perdidas de calor. Si a lo anterior le agregamos las ventajas ya citadas: ahorro significativo en el consumo de halogenados, menos contaminación y mejoría de la actividad mucociliar, resulta obvia la importancia de implementar dicha técnica en esta institución.

#### OBJETIVO:

Demostrar la menor pérdida de calor e igual seguridad con anestesia de bajos flujos.

#### VARIABLES:

Independiente: Flujo de gas fresco con anestesia de bajos flujos y altos flujos.

Dependiente: pérdida de calor.

## 2. MATERIAL Y METODOS

El estudio fue aprobado por el Comité de Enseñanza y Ética del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI y se obtuvo conocimiento informado de todos los pacientes.

DISEÑO DEL ESTUDIO: *Cuasi experimental.*

de la espiración, conociendo la capacidad de absorción de la cal sodada y cambiando la misma cuando sea necesario <sup>(3,4,12)</sup>

Otro aspecto a tomar en cuenta durante la anestesia general con flujos bajos es la acumulación en el circuito de gases de baja solubilidad: nitrógeno, metano e hidrógeno, no reportándose nunca concentraciones problemáticas o peligrosas. También puede acumularse la acetona en pacientes con intoxicación alcohólica aguda o cetoacidosis diabética, por tanto, si no queremos limitar su eliminación pulmonar, el flujo de gas fresco no deberá ser menor de 1 L x minuto, de esta forma obtenemos un efecto de lavado suficiente. La acumulación de monóxido de carbono no tiene significación clínica en la rutina diaria. Únicamente en pacientes de alto riesgo con anemia, tabaquismo y alteraciones clínicamente significativas de la circulación, se debe garantizar un efecto de lavado suficiente durante la administración de transfusiones masivas, empleando un flujo de gas fresco de 1 L x minuto. <sup>(3,12)</sup>

La técnica esta contraindicada en las siguientes intervenciones: cuando no se garantice el neumotaponamiento de las vías respiratorias; aparatos y equipos técnicamente limitados; monitorización insuficiente; desconocimiento de la técnica. <sup>(12)</sup>

En conclusión, la técnica es segura y podría significar una reducción importante en las perdidas de calor. Si a lo anterior le agregamos las ventajas ya citadas: ahorro significativo en el consumo de halogenados, menos contaminación y mejoría de la actividad mucociliar, resulta obvia la importancia de implementar dicha técnica en esta institución.

#### OBJETIVO:

Demostrar la menor pérdida de calor e igual seguridad con anestesia de bajos flujos.

#### VARIABLES:

Independiente: Flujo de gas fresco con anestesia de bajos flujos y altos flujos.

Dependiente: pérdida de calor.

## 2. MATERIAL Y METODOS

El estudio fue aprobado por el Comité de Enseñanza y Ética del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI y se obtuvo conocimiento informado de todos los pacientes.

DISEÑO DEL ESTUDIO: *Cuasi experimental.*

## UNIVERSO DE TRABAJO

A) Se estudiarán pacientes que se sometan a anestesia general (AG) con circuito circular (CC) del Centro Médico Nacional Siglo XXI (CMNSXXI) entre febrero y abril del 2002.

### B) Criterios de Selección:

De inclusión: pacientes de ambos sexos; entre 18 a 60 años; ASA I-II; programados para cirugía electiva de otorrinolaringología con anestesia general .

No Inclusión: Pacientes con ayuno superior a 24h; Intoxicación alcohólica aguda; Antecedentes familiares de Hipertermia Maligna; Alergia a alguno de los fármacos utilizados en el estudio.

De exclusión: pacientes que presenten complicaciones durante la anestesia: crisis hipertensiva, anormalidades en el electrocardiograma con duración mayor a 5 minutos. Incapacidad para mantener los parámetros ventilatorios, saturación menor de 90%,  $FiO_2$  menor de 30% o  $CO_2$  al final de la espiración  $\geq 45$  mmHg y no haber detectado la causa , se cambiará a técnica de altos flujos con sistema Bain.

## PROCEDIMIENTOS

Previo consentimiento informado por escrito. A los pacientes que cumplieron los criterios de selección se distribuyeron en 2 grupos al azar.

Materiales y Equipos necesarios: ECG continuo; Pulso Oximetría; Capnografía; Baumanómetro; Analizador de Gases: fracción inspirada ( $Fi$ ) y fracción espirada ( $Fe$ ) de  $O_2$ , Isoflurano,  $CO_2$  ; Ventilador con fuelle ascendente; Medidores de Flujo calibrados para  $< 1$  L x min; Medidores de Presión y Volumen de la vía aérea; CC esterilizado o nuevo con filtro antibacteriano/viral por paciente; Absorbedor de  $CO_2$  funcional; Sensor de temperatura corporal y ambiental.

### GRUPO ANESTESIA DE BAJOS FLUJOS

Medicación preanestésica: ranitidina 50 mg IV, ondasetron 4 mg IV.

Se registro la temperatura del quirófano. Se verificó la ausencia de fugas en el sistema. Se registró TAS, TAD, FC y CAM c/5min. Se oxigenó con mascarilla 6 L x min durante 2-3min. Se indujo AG con Fentanil 3 mcg/Kg + Vecuronio 80 mcg/Kg + Propofol 1-2 mg/Kg. Posterior a intubación se colocó sensor de

temperatura en nasofaringe y se registró cada 5 min., así como la temperatura del quirófano. Se abrió dial de Isoflurano (ISO) de .5-2vol% + 3lts x min de O<sub>2</sub> durante 20min, reduciendo a continuación a 1 L x min. La ventilación fue mecánica o manual controlada, ajustando Volumen minuto (Vm) 8-12 ml/Kg y FR 8-14 x min. para mantener normocapnia. Con la reducción del FGF se verificó el ascenso completo del fuelle, mantenimiento del Vm, neumotocografía, espirometría, diferencia entre el volumen inspirado y espirado menor a 50 ml y Fi y Fe de O<sub>2</sub>.

Mantenimiento: El dial de ISO se modificó para mantener tensión arterial  $\pm$  20% de basales. Fentanil 1.5-2  $\mu$ /kg 5 min antes del inicio de cirugía, y cada 45 a 60 min en lo sucesivo a menos que se prevea conclusión de acto quirúrgico(CAQ) en menos de 40min. Vecuronio 25  $\mu$ /Kg según necesidades. La restitución de líquidos se realizó con el método de Holliday Seagal,<sup>(26)</sup> con solución de hartmann o cloruro de sodio 0.9% a temperatura ambiente. Medicación complementaria: ondasetron 4 mg IV + diclofenaco 75mg IV 30min antes de la CAQ.

Emersión: 5 a 15 min antes del final de la cirugía (según duración) se cerro dial de isoflurano, lavo el sistema y aumento el O<sub>2</sub> a 6lt x min. En este momento se registro última temperatura del paciente.

#### GRUPO ANESTESIA DE ALTOS FLUJOS(CONTROL)

Similar al anterior, manteniendo el FGF en 3 L x min posterior a intubación y hasta el cierre del dial, cuando sé aumento el O<sub>2</sub> a 6 L x min.

#### TAMAÑO DE LA MUESTRA:

Se estimó el tamaño de la muestra de acuerdo al promedio en la perdida de calor con Bajos Flujos ( $5.8 \pm 1.36$ ) vs Altos Flujos ( $13.1 \pm 0.736$ ) con un Valor Delta de 7.2/ml/Mac/hora, con un poder de prueba de 0.10 y alfa de 0.05 se obtuvieron: 16 pacientes en dos grupos con un total de 32.

#### ANALISIS ESTADÍSTICO.

1. Para la temperatura inicial y final del paciente, duración de la anestesia y peso se calculó mediana y percentiles, las diferencias se contrastaron con la prueba de Mann-Whitney.

2. Para la temperatura inicial y final del quirófano , CAM, dosis de fentanilo y edad, se calculó promedio y desviación estándar, y las diferencias se contrastaron por medio de la comparación de promedios para 2 muestras independientes a través de la distribución de t.
3. Para la tensión arterial sistólica, diastólica, frecuencia cardiaca (obtenidas en estado basal, inducción, postintubación, transanestésico y emersión), se calculó promedio y desviación estándar, y las diferencias se contrastaron por medio del análisis de varianza de 2 factores con medidas repetidas en el factor tiempo. A las diferencias se les realizó prueba post-hoc de tukey.
4. Para las variables que caracterizan a la muestra sexo y ASA se obtuvieron frecuencias y se expresaron en porcentajes.

### 3.- RESULTADOS

Se estudio una muestra de 38 pacientes divididos en dos grupos ABF(n=21) y AAF(n=17). Los pacientes de ABF tuvieron una edad promedio de  $37.81 \pm 9.72$  años, correspondiendo 52.4% a mujeres y 47.6% a hombres, 13 ASA I y 8 ASA II; la mediana del peso fue de 65 kg(Q25=55; Q75=71). Los pacientes de AAF tuvieron una edad promedio de  $40.29 \pm 8.60$  años, siendo 47.1% mujeres y 52.9% hombres, 11 ASA I y 6 ASA II, la mediana del peso fue de 64 kg(Q25=60; Q75=72). No se encontraron diferencias significativas con respecto a la edad( $t=0.824$ ;  $p=415$ ), ni al peso ( $U=149$ ;  $p=0.386$ ). (ver cuadros 1,2,3 y 4)

En ABF la CAM utilizada fue en promedio  $0.99 \pm 0.16$ , la dosis total de Citrato de fentanilo de  $0.547 \pm 0.180$  mg y la duración de la anestesia de Md=233 minutos(Q25=174; Q75=248); en AAF la CAM fue en promedio  $0.98 \pm 0.16$ , la dosis total de Citrato de fentanilo de  $0.479 \pm 0.208$  mg y la duración de la anestesia de Md=188 minutos(Q25=133; Q75=232). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas. (ver cuadro 3 y 4)

Para el grupo ABF se obtuvo una mediana de la temperatura inicial del quirófano Md=23.3°C (Q25=22.9; Q75=23.8), temperatura final del quirófano Md=23.7°C (Q25=23.2; Q75=24.0) y temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.30; Q75=36.60), y en el grupo AAF una mediana de la temperatura inicial del quirófano Md=23.3°C (Q25=22.0; Q75=23.8), temperatura final del quirófano Md=23.8°C (Q25=23.3; Q75=24.1) y temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.40;

2. Para la temperatura inicial y final del quirófano, CAM, dosis de fentanilo y edad, se calculó promedio y desviación estándar, y las diferencias se contrastaron por medio de la comparación de promedios para 2 muestras independientes a través de la distribución de t.
3. Para la tensión arterial sistólica, diastólica, frecuencia cardiaca (obtenidas en estado basal, inducción, postintubación, transanestésico y emersión), se calculó promedio y desviación estándar, y las diferencias se contrastaron por medio del análisis de varianza de 2 factores con medidas repetidas en el factor tiempo. A las diferencias se les realizó prueba post-hoc de tukey.
4. Para las variables que caracterizan a la muestra sexo y ASA se obtuvieron frecuencias y se expresaron en porcentajes.

### 3.- RESULTADOS

Se estudio una muestra de 38 pacientes divididos en dos grupos ABF(n=21) y AAF(n=17). Los pacientes de ABF tuvieron una edad promedio de  $37.81 \pm 9.72$  años, correspondiendo 52.4% a mujeres y 47.6% a hombres, 13 ASA I y 8 ASA II; la mediana del peso fue de 65 kg(Q25=55; Q75=71). Los pacientes de AAF tuvieron una edad promedio de  $40.29 \pm 8.60$  años, siendo 47.1% mujeres y 52.9% hombres, 11 ASA I y 6 ASA II, la mediana del peso fue de 64 kg(Q25=60; Q75=72). No se encontraron diferencias significativas con respecto a la edad( $t=0.824$ ;  $p=415$ ), ni al peso ( $U=149$ ;  $p=0.386$ ). (ver cuadros 1,2,3 y 4)

En ABF la CAM utilizada fue en promedio  $0.99 \pm 0.16$ , la dosis total de Citrato de fentanilo de  $0.547 \pm 0.180$  mg y la duración de la anestesia de Md=233 minutos(Q25=174; Q75=248); en AAF la CAM fue en promedio  $0.98 \pm 0.16$ , la dosis total de Citrato de fentanilo de  $0.479 \pm 0.208$  mg y la duración de la anestesia de Md=188 minutos(Q25=133; Q75=232). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas. (ver cuadro 3 y 4)

Para el grupo ABF se obtuvo una mediana de la temperatura inicial del quirófano Md=23.3°C (Q25=22.9; Q75=23.8), temperatura final del quirófano Md=23.7°C (Q25=23.2; Q75=24.0) y temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.30; Q75=36.60), y en el grupo AAF una mediana de la temperatura inicial del quirófano Md=23.3°C (Q25=22.3.0; Q75=23.8), temperatura final del quirófano Md=23.8°C (Q25=23.3; Q75=24.1) y temperatura inicial del paciente Md=36.5°C (Q25=36.40;

Q75=36.60), sin diferencia estadísticamente significativa. Para la temperatura final del paciente en ABF se obtuvo una Md=36.40°C (Q25=36.30; Q75=36.60) y en AAF una Md=35.60°C (Q25=35.75; Q75=35.70), diferencia estadísticamente significativa. (ver cuadro # 3)

En cuanto a la frecuencia cardíaca, tensión arterial diastólica y sistólica (obtenidas en estado basal, inducción, postintubación, transanestésico y emersión), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. La SpO<sub>2</sub> se registro por encima de 95% en todos los pacientes; La ETCO<sub>2</sub> se mantuvo dentro de los parámetros preestablecidos, sin observar reinhalación en ningún paciente. No hubo complicaciones, ni eventos adversos en ninguno de los dos grupos. (ver cuadros 5, 6, 7 y gráficos 1, 2 y 3)

#### 4.- DISCUSIÓN

La pérdida de calor depende del FGF, vasodilatación producida por el halogenado (dosis dependiente), temperatura del quirófano, volumen de líquidos administrados y duración de la anestesia. En este trabajo se modifico solo el FGF, controlando el resto de las variables. Esto se hace evidente por la ausencia de diferencias significativas en el CAM utilizado, temperatura del quirófano y duración de la anestesia. El volumen de líquido administrado se controlo utilizando en ambos grupos el método de Holliday Seagal. Nuestro objetivo era comprobar la menor pérdida de calor e igual seguridad con ABF, lo cual quedo demostrado al obtener en este grupo una temperatura final significativamente superior, con una Md=36.40°C (Q25=36.30; Q75=36.60) y en AAF una Md=35.60°C (Q25=35.75; Q75=35.70). (ver cuadro # 3 y 4)

Nuestros resultados están en concordancia con los reportados por Sessler<sup>(27)</sup>, quien describe una disminución en la temperatura central superior a 0.5°C durante la primera hora posterior a la inducción anestésica. Después la temperatura lineal disminuye de forma lineal lenta durante 2 a 3 horas.

En nuestro trabajo, la menor pérdida de calor al reducir el FGF se debe a la menor deficiencia de humedad del FGF inspirado. Ya que mayor proporción del CO<sub>2</sub> espirado reacciona con la cal sodada, produciendo calor y humedad. Esto se hizo evidente por su coloración, pero en ningún caso fue necesario cambiarla debido a la ausencia de reinhalación y ETCO<sub>2</sub> dentro de límites normales. La SpO<sub>2</sub> fue siempre superior a 95%.

No tuvimos complicaciones, ni eventos adversos en ningún paciente. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la FC, tensión arterial diastólica y sistólica. Todo esto se traduce en que ambas técnicas son seguras, siempre y cuando se tengan los conocimientos necesarios. Nosotros escogimos un tipo de cirugía donde el sangrado no es importante, y pacientes ASA I y II debido a la falta de experiencia en la aplicación de la técnica, pero los bajos flujos en la última década ha ganado más adeptos. Se ha utilizado en pacientes sometidos a trasplante hepático, cirugía de corazón abierto, gastrectomía,<sup>(7,16,20)</sup> En los estudios sobre seguridad del sevoflurano y bajos flujos, utiliza como grupo control a pacientes anestesiados con Isoflurano; <sup>(21,22,23)</sup> En ninguno de los estudios citados se reporta un aumento de complicaciones o eventos adversos derivados de la técnica.

## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica de anestesia de bajos flujos es capaz de reducir las pérdidas de calor), sin incrementar los eventos adversos, ni comprometer la seguridad del paciente. Si a lo anterior le agregamos las ventajas ya citadas (menor consumo de halogenado, menos contaminación, y mejoría de la actividad mucociliar) , resulta obvia la importancia de incentivar su uso mediante la implementación de programas educativos con este fin.

No tuvimos complicaciones, ni eventos adversos en ningún paciente. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la FC, tensión arterial diastólica y sistólica. Todo esto se traduce en que ambas técnicas son seguras, siempre y cuando se tengan los conocimientos necesarios. Nosotros escogimos un tipo de cirugía donde el sangrado no es importante, y pacientes ASA I y II debido a la falta de experiencia en la aplicación de la técnica, pero los bajos flujos en la última década ha ganado más adeptos. Se ha utilizado en pacientes sometidos a trasplante hepático, cirugía de corazón abierto, gastrectomía,<sup>(7,16,20)</sup> En los estudios sobre seguridad del sevoflurano y bajos flujos, utiliza como grupo control a pacientes anestesiados con Isoflurano; <sup>(21,22,23)</sup> En ninguno de los estudios citados se reporta un aumento de complicaciones o eventos adversos derivados de la técnica.

## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La técnica de anestesia de bajos flujos es capaz de reducir las pérdidas de calor), sin incrementar los eventos adversos, ni comprometer la seguridad del paciente. Si a lo anterior le agregamos las ventajas ya citadas (menor consumo de halogenado, menos contaminación, y mejoría de la actividad mucociliar) , resulta obvia la importancia de incentivar su uso mediante la implementación de programas educativos con este fin.

CUADRO #1 DISTRIBUCION POR SEXO

		Femenino	Masculino	Total
GRUPO BAJOS FLUJOS	#	11	10	21
	Grupo	52.4%	47.6%	100%
	Sexo	57.9%	52.6%	55.3%
	Total	28.9%	26.3%	55.3%
GRUPO ALTOS FLUJOS	#	8	9	17
	Grupo	47.1%	52.9%	100%
	Sexo	42.1%	47.4%	44.7%
	Total	21.1%	23.7%	44.7%
TOTAL	#	19	19	38
	Grupo	50%	50%	100%
	Sexo	100%	100%	100%
	Total	50%	50%	100%

CUADRO #2 DISTRIBUCIÓN POR ASA

		ASA I	ASA II	Total
GRUPO BAJOS FLUJOS	#	13	8	21
	Grupo	61.9%	38.1%	100%
	Sexo	54.2%	57.1%	55.3%
	Total	34.2%	21.1%	55.3%
GRUPO ALTOS FLUJOS	#	11	6	17
	Grupo	64.7%	35.3%	100%
	Sexo	45.8%	42.9%	44.7%
	Total	28.9%	15.8%	44.7%
TOTAL	#	24	14	38
	Grupo	63.2%	36.8%	100%
	Sexo	100%	100%	100%
	Total	63.2%	36.8%	100%

CUADRO #3 ESTADÍSTICA PARA EDAD, CAM, DOSIS TOTAL DE FENTANILO

	Grupo	N	Promedio	DE	Error Estandar	Valor de t	Grados libertad	Valor p
EDAD	ABF	21	37.81	9.72	2.12	-824	36	.415
	AAF	17	40.29	8.60	2.09			
CAM	ABF	21	.99	.16	3.56E-02	.295	36	.770
	AAF	17	.98	.16	3.76E-02			
FENTADT	ABF	21	.547	.180	43.77	-1.050	36	.301
	AAF	17	.479	.208	45.44			

ABF= Anestesia de bajos flujos; AAF= Anestesia de altos flujos; DE= Desviación estandar

CUADRO #4

ESTADÍSTICA PARA PESO, DURACIÓN DE LA ANESTESIA Y TEMPERATURA QUIRÓFANO Y PACIENTE (prueba de Mann-whitney)

		Grupo	Percentil 25	Percentil 50	Percentil 75	Valor de U	Valor de p
Tukey's Hinges	Peso	ABF	55	65	71	380	.399
		AAF	60	64	72		
	Duración Anestesia	ABF	174	233	248	292.5	.256
		AAF	133	188	232		
	Temperatura inicial de quirófano	ABF	22.90	23.30	23.80	379	.369
		AAF	23.00	23.30	23.80		
	Temperatura final de quirófano	ABF	23.20	23.70	24.00	378	.361
		AAF	23.30	23.80	24.10		
	Temperatura inicial del paciente	ABF	36.30	36.50	36.60	377	.352
		AAF	36.40	36.50	36.60		
	Temperatura final del paciente	ABF	36.30	36.40	36.60	166	.0001
		AAF	35.50	35.50	35.70		

CUADRO #5 ESTADÍSTICA PARA FRECUENCIA CARDIACA

GRUPO		FC	PROMEDIO DIFERENCIAS	EE	Valor de p
BABF	N	21	3.88	3.28	.975
	Promedio DE	77.76 12.77			
BAAF	N	17	5.29	3.28	.843
	Promedio DE	73.88 14.94			
IABF	N	21	3.93	3.28	.974
	Promedio DE	76.29 12.63			
IAAF	N	17	.88	3.28	1.000
	Promedio DE	71 9.71			
PIABF	N	21	.77	3.28	1.000
	Promedio DE	72.86 10.85			
PIAAF	N	17	.88	3.28	1.000
	Promedio DE	68.94 8.03			
TABF	N	21	.77	3.28	1.000
	Promedio DE	65.92 3.78			
TAAF	N	17	.77	3.28	1.000
	Promedio DE	65.04 2.46			
FABF	N	21	.77	3.28	1.000
	Promedio DE	70.71 10.97			
FAAF	N	17	.77	3.28	1.000
	Promedio DE	69.94 5.74			

Primera letra de grupo B=Basal; I=Inducción; PI=Postintubación; TA=Transanestésico; F=Final o de egreso

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

CUADRO #6 ESTADISTICA PARA TENSION ARTERIAL DIASTOLICA

GRUPO		TAD	PROMEDIO DIFERENCIAS	EE	Valor de p
BABF	N	21	2.62	2.24	.977
	Promedio DE	117.90 9.87			
BAAF	N	17	8.43	2.24	1.000
	Promedio DE	123.65 12.75			
IABF	N	21	1.86	2.24	.998
	Promedio DE	106.62 18.56			
IAAF	N	17	.87	2.24	1.000
	Promedio DE	106.41 9.04			
PIABF	N	21	.69	2.24	1.000
	Promedio DE	101.81 15.02			
PIAAF	N	17			
	Promedio DE	109.71 9.88			
TABF	N	21			
	Promedio DE	98.05 6.17			
TAAF	N	17			
	Promedio DE	98.15 4.17			
FABF	N	21			
	Promedio DE	106 10.16			
FAAF	N	17			
	Promedio DE	101.06 7.34			

Primera letra de grupo B=Basal; I=Inducción; PI=Postintubación; TA=Transanestésico;  
F=Final o de egreso

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO #7 ESTADISTICA PARA TENSION ARTERIAL SISTOLICA

GRUPO		TAS	PROMEDIO DIFERENCIAS	EE	Valor de p
BABF	N	21	5.74	3.67	.865
	Promedio DE	75.90 6.49			
BAAF	N	17	.21	3.67	1.000
	Promedio DE	78.53 9.12			
IABF	N	21	7.90	3.67	.491
	Promedio DE	70.10 10.62			
IAAF	N	17	9.19E-2	3.67	1.000
	Promedio DE	68.94 6.68			
PIABF	N	21	4.94	3.67	.943
	Promedio DE	68.67 8.49			
PIAAF	N	17	5.48	3.67	.943
	Promedio DE	70.53 5.89			
TABF	N	21	9.19E-2	3.67	1.000
	Promedio DE	65.91 3.79			
TAAF	N	17	4.94	3.67	.943
	Promedio DE	65.04 2.46			
FABF	N	21	4.94	3.67	.943
	Promedio DE	71.05 4.99			
FAAF	N	17	5.48	3.67	.943
	Promedio DE	70.35 5.48			

Primera letra de grupo B=Basal; I=Inducción; PI=Postintubación; TA=Transanestésico;  
F=Final o de egreso

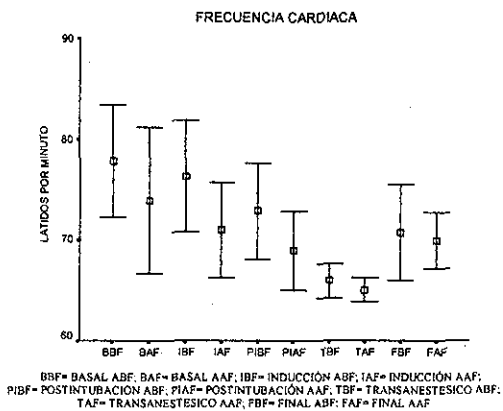


FIG.#1

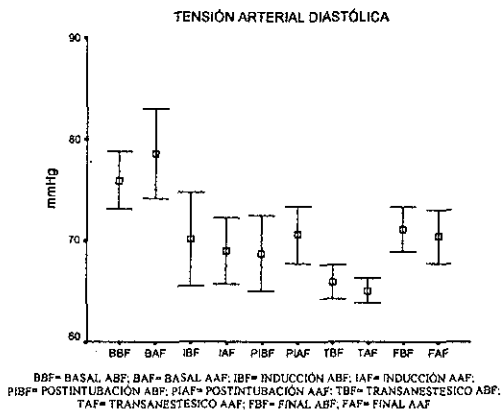


FIG.#2

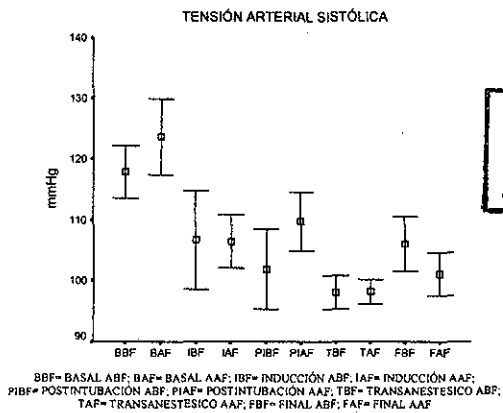


FIG.#3

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sessler DI. Centralinhibition by general anesthesia. *Anesthesiology* 1991; 75: 557.
2. Jeffrey S, Vender, Hugh C. Vigilancia del paciente anestesiado. En: Barash P, Cullen B, Stoelting R, editores. *Anestesia clínica*. D.F.; México: McGraw-Hill Interamericana; 1999. P.731-756.
3. Baxter, Alan D. Low and minimal flow inhalational anesthesia. *Can J Anaesth* 1997;44:643-53
4. Jeff J. Sistemas de administración para anestésicos inhalados. En: Barash P, Cullen B, Stoelting R, editores. *Anestesia clínica*. D.F.; México: McGraw-Hill Interamericana; 1999. P.627-670.
5. Abbott Laboratories Marketing Survey. American Society of Anesthesiologist 1994 Annual Meeting.
6. Cravero J, Suida E, Manzi DJ, Rice LJ. Survey of Low Flow Anesthesia use in the United States. *Anesthesiology* 1996; 85:95.
7. Szocik JF, Learned DW. Impact of a cost containment program on the use of volatile anesthetics and neuromuscular blocking drugs. *J Clin Anesth* 1994; 6:378-82.
8. Cotter SM, Petros AJ, Doré CJ, Barber ND, White DC. Low flow anesthesia. Practice, cost implications and acceptability. *Anesthesia* 1991; 46:1009-12..
9. Morimoto Y, Tamura T, Matsumoto S, Nakamura M, Makino A, Oka H, Shimizu K, Miyauchi Y. Carbon monoxide concentrations during low flow anesthesia. *Masui- Japanese Journal of Anesthesiology* 1998; 47: 90-93.
10. Igarashi M. Clinical Experience at Uppsala University. *Masui- - Japanese Journal of Anesthesiology* 1998; 47:1495-99.
11. Baum, y cols. Carbon Monoxide Generation in Carbon Dioxide Absorbents. *Anesthesia & Analgesia* 1995; 81:144-46.
12. Baun J. La anestesia con flujos bajos. Dragerwerk AG, Lubeck 1993. p 3-65.
13. Maione M, Fabbrini GP, Grassi P, Mazzi C, Nannicini P, Tonelli R. Comparison of 2 techniques of anesthesia induction in modern closed-circuit anesthesia. *Minerva Anestesiologica* 1992; 58 (3): 83-89.

14. Suttner S, Boldt J. Low flow anesthesia. Does it have potential pharmacoeconomic consequences?. *Pharmacoeconomics* 2000; 17(6): 585-590.
15. Reinstrup P, y cols. Low Flow Anesthesia Systems. *Ugeskrift for Laeger* 1992;154:3577-79.
16. McKenzie AJ. Reinforcing a Low Flow Anaesthesia Policy with Feedback can produce a sustained reduction in Isoflurane consumption. *Anaesth Intensive Care* 1998; 26:371-6.
17. Becker KE Jr, Carrthers J. Practical Methods of cost containment in Anesthesia and Surgery. *Journal of Clinical Anesthesia* 1994; 6:388-99.
18. Logan M, Farmer JG. Anesthesia and the Ozone Layer. *Br J Anaesth* 1989; 63:645-47.
19. Hsu KY, y cols. Low Flow Anesthesia in adult orthotopic liver transplantation: a preliminary clinical experience. *Acta Anesthesiologica Sinica* 1997; 34:229-36.
20. Kleemann PP, Farmer JG. Humidity of anesthetic gases with respect to low flow anaesthesia. *Anaesth Intensive Care* 1994; 22:396-408.
21. Stevens, Wendell C. Low Flow Anaesthesia Symposium 1996 of the association for Low Flow. *Anesthesiology* 1997; 86:1223-24.
22. Higuchi H., Sumita S., Wada H., Ura T., Ikemoto T., Nakai T., Kanno M., Satoh T. Effects of Sevoflurane and Isoflurane on Renal Function and on Possible Markers of Nephrotoxicity. *Anesthesiology* 1998; 89: 307-322.
23. Bito H., Ikeuchi Y., Ikeda K. Comparison with High-flow Sevoflurane Anesthesia and Low-flow Isoflurane Anesthesia. *Anesthesiology* 1997; 86:1231-1237.
24. Bito H., Ikeuchi Y. Renal and Hepatic Function in Surgical Patients After Low-Flow Sevoflurane or Isoflurane Anesthesia. *Anesth Analg* 1996; 82:173-176.
25. Lee DJH, y cols. Efficiency of a Circle System for Short Surgical Cases: comparison of Desflurane with Isoflurane. *Br J Anaesth* 1996; 76:780-82.
26. Stuart A, Culley F, Culley D. Administración de la anestesia general. En: Hurford W, Bailin M, Davison K, Haspel K, Rosow C, editores. Massachusetts General Hospital procedimientos en Anestesia. D.F. México: Marbán libros, S.L.; 1999. p223-232.

27. Sessler DI. Monitorización de la temperatura. En: Miller R, editores. Anestesia. Madrid; España: Harcourt Brace; 1998. P.1331-1350.