

**CONCURSO DE INVESTIGACION EN SALUD  
PREMIO KAE LIN**

**TITULO:**

**COSTO BENEFICIO DEL USO DE  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.**

**SEUDONIMO:        *NOOKIE***

**NIVEL A :        Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Maritins**

**TITULO:**

**COSTO BENEFICIO DEL USO DE  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.**

**INTRODUCCIÓN**

Hace algún tiempo las organizaciones de salud jamás se habían cuestionado la posibilidad de buscar información económica, a pesar que todos los sectores, hacían uso de las herramientas financieras disponibles, que les permitiera enfrentar los retos de la restricción de recursos y realizar planeación ayudados por cifras reales.

Sin embargo, los nuevos retos y responsabilidades del área de la salud hacen necesario el cambio de nuestros paradigmas que nos permitan hacer *propuestas innovadoras*, pero serias de nuevos modelos de atención en salud que tenga en cuenta al paciente y el presupuesto. Aquí surge la necesidad de profesionales de la salud más involucrados con los problemas económicos de la institución.

Es obvio, que para uno poder optimizar algo, tiene primero que conocerlo, pero en el sector salud conocemos poco sobre los costos de la prestación de los servicios y por lo tanto es más difícil también gestionarlos y optimizarlos, más aun en la seguridad social como nuestra institución, donde, los médicos no tomamos conciencia de los costos.

El pensar que la práctica de la anestesiología es independiente de la coacción externa y sin relación con los costos, es cuestión del pasado. Nuestros cuidados clínicos deben estar basados en elementos científicos, pero también debemos ser responsables de la parte financiera para asegurar a nuestros pacientes una atención de calidad, pero sin ocasionar gastos innecesarios o costos de desperdicio elevados a la institución.(1)

Hoy por hoy, cuando estamos inmersos en el proceso de globalización, el rol del Anestesiólogo, debe ser, el de un gran planificador, utilizando estrategias en la toma de decisiones, para así, disminuir costos, lo cual no debe ser limitante para las indicaciones terapéuticas necesarias para beneficio en la salud del paciente; considerando que la calidad de atención es un objetivo, que debe ser logrado teniendo en cuenta que debe existir un balance entre la calidad y el costo que es lo que le da valor a la atención y lograr eficiencia en la prestación del servicio .

Debido a la gran diferencia de precios existentes entre las drogas anestésicas, se han desarrollado diversas estrategias para lograr reducción de costos. Para la administración de anestesia general, la técnica inhalatoria es la más usada en nuestro medio. Hay cuatro factores que determinan el costo de anestesia con agentes inhalatorios: costo por milímetro del agente, cantidad de vapor que se produce por cada mililitro del agente inhalatorio, potencia efectiva del agente, y tasa de flujo de gas fresco seleccionada. (2) Debido a que los factores segundo y tercero son predeterminados, el verdadero costo del mantenimiento con agentes inhalatorios va a estar determinado por el costo de cada mililitro del agente anestésico y la tasa de flujo de gas fresco seleccionada por el anestesiólogo.

El flujo de gas fresco (FGF) se define como el volumen total de gases administrados por la máquina anestésica, estos se clasifican en Altos (4 Lt), Medios (1,1 a 3,9 Lt) y Bajos ( 1 Lt).(3)

La administración de flujos bajos de gas fresco (FGF), en anestesia inhalatoria es un tema que despierta controversia, por los beneficios y algunos riesgos que conlleva.

Los estudios de Lowe (3) demostraron que el requerimiento de oxígeno en el humano es de 250ml/min. Entonces se acepta el hecho que dando 1L/min. se esta dando cuatro veces más el requerimiento metabólico de oxígeno.

Dentro de las ventajas del uso de flujo bajo para suministrar anestesia inhalatoria existen varios beneficios reales y potenciales para la práctica anestésica, como son la reducción de la contaminación, mínima exposición ocupacional, mejor control de la temperatura, mayor humedad de las vías respiratorias, y ahorro de costos (4,5,6). Sin embargo no se ha popularizado entre nosotros a pesar de contar con máquinas de anestesia adecuadas para ventilación con flujos mínimos, monitorización de gases en el circuito y nuevos halogenados de baja solubilidad.

A nivel mundial, solo el 20% de los anesthesiólogos practica técnicas de flujo bajo. Existen factores que pueden haber limitado el uso de la anestesia de flujo bajo como son el hecho de que históricamente las reducciones de costos no han estado en el centro de atención de los anesthesiólogos y también que no se evidencian beneficios cuando se utiliza esta técnica en intervenciones de corta duración.

Se ha estimado que para la gama de flujos que se usa en la práctica clínica, el costo de los agentes inhalados puede variar por un factor de 10 o más.(11) .

Pendersen (10) encontró que usando flujos bajos de gas fresco con isoflurane se ahorró un 81% respecto al uso de flujos altos de gas fresco; el ahorro se situó en el 57% al comparar flujos de gas fresco bajos y medios.

El valor monetario de los anestésicos inhalatorios utilizados en nuestro hospital el isoflurane y sevoflurane, varían ampliamente uno de otro, sin embargo probablemente el utilizar flujos bajos de gas fresco disminuya aún mas los costos de la administración de esta técnica anestésica.

Por ello consideramos que utilizar flujos bajos de gas fresco en el manejo anestésico constituye una alternativa que merece ser evaluada. El presente estudio pretende evaluar el costo beneficio del uso de flujos bajos en comparación con flujos medios en anestesia neuroquirúrgica.

No existen estudios similares en nuestro país, y muy pocos estudios a nivel internacional, el trabajo pretende demostrar la seguridad de este método y servir de referencia en cuanto a costos para otros estudios.

## HIPÓTESIS

El uso de anestesia inhalatoria con Flujos Bajos de gas fresco disminuye los costos en comparación al uso de Flujos Medios, sin desmedro de la calidad de la anestesia en neurocirugía en el periodo de abril a julio del 2003 en el H.N.E.R.M.

## OBJETIVOS:

### OBJETIVO GENERAL

- Mostrar las ventajas económicas y clínicas del uso de flujo bajo de gas fresco en la administración de anestesia inhalatoria en neurocirugía durante el periodo de abril a julio del 2003 en el H.N.E.R.M.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la presencia de hipercarbia intra operatoria, durante la anestesia a flujos medios y bajos en anestesia neuroquirúrgica.
- Determinar la MAC y compararla en ambos grupos (flujos bajos y flujos medios), del isoflurane y sevoflurane en neuroanestesia.
- Comparar el consumo horario del agente anestésico inhalatorio, utilizando flujos medios y bajos.
- Comparar el costo de hora anestésica con isoflurane y sevoflurane aplicado a flujos bajos y flujos medios en neuroanestesia.

## METODO

El presente es un estudio prospectivo, analítico comparativo, realizado en las salas de Neuroanestesia del Centro Quirúrgico, Hospital Edgardo Rebagliati Martins, durante el período del 01 de Abril al 30 de Julio del 2003.

La población de estudio en el presente trabajo estuvo integrada por pacientes, con las cuatro patologías neuroquirúrgicas más frecuentes: aneurismas cerebrales, tumores supra e infratentoriales, patología de columna vertebral e hidrocefalia; que estén programadas como cirugía electiva.

Para la determinación del tamaño de muestra en estudio se utilizó la siguiente fórmula: (11)

$$n = \frac{2(Z\alpha + Z\beta)^2 \times S^2}{d^2}$$

n = sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z $\alpha$  = valor Z correspondiente al riesgo deseado

Z $\beta$  = valor Z correspondiente al riesgo deseado

S<sup>2</sup> = varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo de referencia.

d = valor mínimo de la diferencia que se desea detectar.

Utilizando los resultados hallados en el estudio piloto realizado por Hajar (12) en año 2002.

$$n = \frac{2(1.96 + 1.645)^2 \times 4.77^2}{4.0^2}$$

Donde **n = 37** para cada grupo.

Se consideró cuatro grupos de estudio:

- **Grupo 1:** Iso 1 (  $n_1 = 37$  ) estuvo conformado por pacientes sometidos a anestesia inhalatoria con flujos bajos con isoflurane. (FGF=1 Lt)
- **Grupo 2:** Sevo 1 (  $n_2 = 37$  ) estuvo conformado por pacientes sometidos a anestesia inhalatoria con flujos bajos con sevoflurane. (FGF=1 Lt)
- **Grupo 3:** Iso 2 (  $n_3 = 37$  ) pacientes sometidos a anestesia a flujos medios utilizando isoflurane. (FGF = 2 Lt)
- **Grupo 4:** Sevo 2 (  $n_4 = 37$  ) pacientes sometidos a anestesia a flujos medios utilizando sevoflurane. (FGF = 2 Lt)

De los pacientes programados diariamente, fueron elegidos dos de ellos aleatoriamente y asignados a uno de los grupos por sorteo.

#### **Criterios de Inclusión:**

- Pacientes hospitalizados, del servicio de Neurocirugía, con historia clínica y exámenes prequirúrgicos completos.
- Pacientes de ambos sexos clasificados en Estado Físico ASA de I a III.
- Sin patología aguda agregada a la neuroquirúrgica.
- Con un tiempo de cirugía mayor a 3 horas
- Consentimiento informado firmado.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Pacientes ambulatorios.
- Pacientes ASA IV o V
- Pacientes con muerte cerebral.
- Pacientes con patología renal.



**Procedimiento:**

Los pacientes fueron informados del estudio se les explicó el tipo de anestesia a utilizar y la monitorización de la misma, garantizándoles su seguridad y confidencialidad. Luego de ello firmaron su autorización de consentimiento informado; si el paciente se negara a formar parte del estudio, se aceptó su negativa y no se consideró en la investigación.

La unidad de anestesia utilizada fue la AS/ 3 Datex Omeda, que se cuenta en las salas de Neurocirugía, en las que se monitorizará: EKG, saturación de oxígeno, presión arterial media invasiva, presión venosa central, capnografía, volúmenes respiratorios, concentración alveolar mínima, análisis de gases, MAC del gas anestésico y consumo del agente halogenado utilizado.

Los datos obtenidos de la historia clínica, así como los recabados de la División de Costos del Hospital fueron confidenciales.

Los pacientes fueron sometidos a anestesia general inhalatoria: Se inició con preoxigenación (oxígeno al 100%, con flujo de 6 Lt, durante 5 min.) con máscara de reservorio, se realizó inducción endovenosa, con fentanilo, midazolam y propofol a las dosis pertinentes; el relajante utilizado fue el rocuronio a dosis de 0,6mg/kg, realizándose luego la intubación endotraqueal, conectando al paciente al ventilador de la maquina, con modalidad volumétrica, con un volumen corriente de 10ml/kg.

El mantenimiento anestésico, se realizó con el agente inhalatorio y el flujo de gas fresco establecido para cada grupo. Utilizándose en ambos grupos oxígeno al 100%.

Se registró en el Anexo 1, la cantidad en centímetros de todos los fármacos utilizados durante el acto anestésico.

Para evaluar la presencia de hipercarbia, se controló cada hora: gases arteriales, registrándose para el estudio: la presión arterial de  $\text{CO}_2$  ( $\text{pCO}_2$ ), simultáneamente se registró la MAC (concentración alveolar mínima) que registra el analizador de gases la máquina anestésica, ambos datos fueron registrados en la ficha de recolección de datos.

En operaciones con varias horas de duración se obtuvo un promedio del valor registrado cada hora tanto de la MAC como de la  $\text{pCO}_2$  para cada paciente para el análisis de resultados. Se registró además el consumo del anestésico inhalatorio en centímetros cúbicos durante la operación, dato proporcionado por el software de la máquina de anestesia.

Para determinar los costos se trabajó con la metodología de costeo por manejo de caso promedio, utilizando la Ficha de Recolección de Datos (Anexo1) para la captación de información.

Se identificó los insumos que se utilizaron para el manejo de cada caso, el costo de los fármacos fue información proporcionada por la División de Costos y Farmacia del Hospital, considerándose los precios de la última adquisición; determinándose de esta manera el costo total de los fármacos usados, que incluía también el costo del agente inhalatorio.

El costo del uso de Centro Quirúrgico, fue establecido por la División de Costos a solicitud especial de los autores, determinándose de esta manera el costo de la Hora de Sala de Operaciones, teniendo en cuenta la depreciación de los equipos e instrumental, los servicios tanto intermedios como generales y el mantenimiento de la misma.

## **Análisis Estadístico**

Hechos los ajustes requeridos, se realizó el procesamiento de los datos en una hoja de cálculo donde se identificó el costo por manejo de caso.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS 11.0, se realizó primero un análisis descriptivo de los datos; para las comparaciones de las variables entre los diferentes grupos se utilizó la prueba de Mann Withney con una probabilidad del 95%.

## RESULTADOS

### COSTO BENEFICIO DEL USO

### FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA H.N.E.R.M.

**TABLA 1**

### PRESION DE CO<sub>2</sub> ARTERIAL INTRAOPERATORIA

#### RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Grupo	Nro	V Min	V Max	P CO <sub>2</sub> Media	Desv Est
Isof Flujo Bajo	37	27	44	<b>34.5</b>	3.42
Sevof Flujo Bajo	37	31	39	<b>33.9</b>	2.22
Isof Flujo Medio	37	27	44	<b>33.7</b>	3.86
Sevof Flujo Medio	37	27	41	<b>33.7</b>	2.91

Hipercarbia: P CO<sub>2</sub> > 40

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 2

PRESION DE CO<sub>2</sub> ARTERIAL INTRAOPERATORIA  
COMPARACION DE USO DE FLUJOS BAJOS VERSUS FLUJOS MEDIOS

GRUPO	Nro	MEDIA	DESV EST
FLUJOS BAJOS	74	33.99	2.86
FLUJOS MEDIOS	74	33.71	3.39

Mann Whitney

p > 0.05

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 3

CONCENTRACION ALVEOLAR MINIMA

DE ANESTESICO INHALATORIO

RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Grupo	Nro	V Min	V Max	MAC	
				Media	Desv Est
Isof Flujo Bajo	37	0.7	1.5	<b>1.23</b>	0.20
Sevof Flujo Bajo	37	1.0	1.5	<b>1.24</b>	0.16
Isof Flujo Medio	37	0.7	1.5	<b>1.21</b>	0.20
Sevof Flujo Medio	37	0.7	1.5	<b>1.23</b>	0.20

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 4

CONCENTRACION ALVEOLAR MINIMA  
DE ANESTESICO INHALATORIO

COMPARACION DE USO DE FLUJOS BAJOS VERSUS FLUJOS MEDIOS

GRUPO	Nro	MAC MEDIA	DESV EST
FLUJOS BAJOS	74	1.23	0.18
FLUJOS MEDIOS	74	1.21	0.20

Mann Whitney U

$p > 0.05$

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 5

CONSUMO HORARIO DE ANESTESICO (cc/hr)

RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Grupo	Nro	V Min	V Max	Media	Desv Est
Isof Flujo Bajo	37	4.84	10.00	<b>7.23</b>	1.37
Sevof Flujo Bajo	37	5.63	15.22	<b>7.70</b>	2.16
Isof Flujo Medio	37	10.71	17.86	<b>14.84</b>	1.96
Sevof Flujo Medio	37	12.50	17.84	<b>15.69</b>	1.30



COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 6

COSTO DE HORA ANESTESICA (soles)

RESULTADOS DESCRIPTIVOS

Grupo	Nro	V Min	V Max	Media	Desv Est
Isof Flujo Bajo	37	71.90	75.00	<b>73.34</b>	0.82
Sevof Flujo Bajo	37	88.69	122.26	<b>95.97</b>	7.57
Isof Flujo Medio	37	75.43	79.71	<b>77.90</b>	1.17
Sevof Flujo Medio	37	112.75	131.50	<b>123.92</b>	4.55

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 7

COSTO DE HORA ANESTESICA (soles)

ISOFLURANE VERSUS SEVOFLURANE

CON FLUJOS BAJOS

GRUPO	Nro	MEDIA	DESV EST
Isof Flujo Bajo	37	73.34	0.82
Sevof Flujo Bajo	37	95.97	7.57

Mann Whitney

$p < 0.01$

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 8

COSTO DE HORA ANESTESICA (soles)  
ISOFLURANE A FLUJOS BAJOS VERSUS  
ISOFLURANE A FLUJOS MEDIOS

GRUPO	Nro	MEDIA	DESV EST
Isof Flujo Bajo	37	73.34	0.82
Isof Flujo Medio	37	77.90	1.17

Mann Whitney U

$p < 0.01$

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 9

COSTO DE HORA ANESTESICA (soles)  
SEVOFLURANE A FLUJOS BAJOS VERSUS  
ISOFLURANE A FLUJOS MEDIOS

GRUPO	Nro	MEDIA	DESV EST
Sevof Flujo Bajo	37	<b>95.97</b>	7.57
Isof Flujo Medio	37	<b>77.90</b>	1.17

Mann Whitney

$p < 0.01$

COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.

TABLA 10

COSTO DE HORA ANESTESICA (soles)  
SEVOFLURANE A FLUJOS BAJOS VERSUS  
SEVOFLURANE A FLUJOS MEDIOS

GRUPO	Nro	MEDIA	DESV EST
SEVO Flujo Bajo	37	95.97	7.57
SEVO Flujo Medio	37	123.92	4.55

Mann Whitney U

p < 0.01

## DISCUSION

En el presente estudio fueron incluidos en total 148 pacientes, distribuidos en 4 grupos de 37 personas cada uno; al Grupo 1 se le administró isoflurane, y al Grupo 2 sevoflurane., ambos utilizando anestesia inhalatoria con Flujos Bajos. El Grupo 3 recibió isoflurane y el Grupo 4 sevoflurane, a estos últimos se les administró anestesia con Flujos Medios.

Se consideró, estos grupos, teniendo en cuenta que el Isoflurane y el Sevoflurane son los anestésicos inhalatorios utilizados en el H.N.E.R.M., por tanto al estudiar a ambos, bajo las dos técnicas anestésicas, se podrá tener un panorama real y adecuado del problema.

Según género, del grupo de Flujos Bajos , 42 fueron varones y 32 mujeres, del grupo de Flujos Medios , 44 fueron varones y 30 mujeres.

De acuerdo a las patologías: Se incluyeron 34 aneurismas cerebrales, 36 tumores supratentoriales e infratentoriales, 53 laminectomías, y 25 hidrocefalias.

La duración promedio de anestesia del grupo de flujos bajos fue de 5.53 horas y del grupo de flujos medios de 6.01 horas.

Los primeros dos objetivos del trabajo, pretenden demostrar que el uso de la técnica de flujos bajos, estrategia de ahorro que algunos estudios consideran, es segura para el paciente, no representando ningún riesgo durante la anestesia. Ya que cuando se pretende disminuir costos en una organización de salud, en ningún momento debe ser a costa de disminución de la calidad del servicio, en este caso de la anestesia, se tomó en cuenta dos parámetros para garantizar la

calidad y seguridad de la anestesia, estos fueron la presencia de hipercarbia intraoperatoria y la concentración alveolar mínima (MAC), durante toda la cirugía.

## HIPERCARBIA

Administrar anestesia inhalatoria con flujos bajos es una técnica muy poco utilizada a nivel mundial (6), por una errada percepción de que el administrar menos de 1 litro de oxígeno, puede dañar al paciente produciéndole hipercarbia y por lo tanto hipoxia con daño cerebral, complicación tan temida para un anesthesiólogo en neurocirugía.

Numerosos estudios (4,5,6), demostraron que el volumen de oxígeno necesario para una persona es 250ml, por tanto es seguro administrar 1 litro por minuto de oxígeno, que es el utilizado en Flujos Bajos.

Teniendo en cuenta que en neuroanestesia la oxigenación a nivel cerebral, es importante, como una medida de protección cerebral, se utilizó oxígeno al 100%, evaluándose la presión de CO<sub>2</sub> en una muestra de sangre arterial, tomando muestras cada hora. Los valores hallados podemos observarlos en la Tabla 1, donde la concentración de CO<sub>2</sub> en los 4 grupos, no superó 40 que es el límite superior permitido.

En la Tabla 2, encontramos que no existe diferencia estadística entre el valor encontrado de PCO<sub>2</sub> arterial al comparar el grupo de pacientes a los que se les administró anestesia con Flujos Bajos y los que recibieron anestesia con Flujos Medios.

Ebert (13) en 1998 administrando sevoflurane a un FGF de 1 L/min a una concentración de 3%, encuentra un CO<sub>2</sub> telerespiratorio de  $30.5 \pm 0,5$  mmHg en

cirugías de 4 horas de duración, estos valores son inferiores a los encontrados en este trabajo, sin embargo se debe diferenciar que uno es un análisis del gas espirado por el paciente, y el utilizado en nuestro estudio es mas real y objetivo por ser muestra en sangre arterial, que demuestra de manera estadísticamente significativa que el usar flujos bajos no conlleva a una hipercarbia, y por tanto es seguro para el paciente.

### **CONCENTRACION ALVEOLAR MINIMA**

El análisis de la concentración alveolar mínima (MAC) es un parámetro importante, que debe ser monitorizado, pues varios estudios han demostrado que el sevoflurane por su baja solubilidad, y el coeficiente sangre gas que tiene puede ser usado con flujos bajos con seguridad si se utiliza hasta una concentración de 1,5 MAC (14,15), y el isoflurante a un MAC de 1,2, de igual modo, no causa modificaciones en el flujo sanguíneo cerebral ni en la presión intracraneal, que puedan alterar el desarrollo de la anestesia, es decir que si no superan este valor de MAC, la autorregulación cerebral se mantiene.

En la Tabla 3, observamos que los valores promedio hallados en los cuatro grupos no superan una MAC 1,5 al utilizar sevoflurane con flujos bajos y medios se halló valores muy similares ( $1.24 \pm 0.16$  y  $1.23 \pm 0.20$  respectivamente), con ello podemos afirmar que utilizando sevoflurane no se modificaría la autorregulación cerebral. En el caso del isoflurane donde la literatura afirma que a una MAC superior a 1,2 esta autorregulación se altera, en nuestro estudio hallamos valores que estarían en el límite superior permitido (flujo bajo:  $1.23 \pm 0.20$  y en flujo medio  $1.21 \pm 0.20$ ).

En la Tabla 4, para evaluar si es que el uso de flujos bajos altera e influye en la concentración alveolar mínima durante la anestesia, no se encontró diferencia



estadística entre la administración de Flujos Bajos y Flujos Medios y la MAC hallada.

De esto podemos deducir que al administrar a nuestros pacientes, anestesia a bajos flujos con un MAC promedio menor a 1,5 no estamos exponiéndolos a ningún riesgo.

En numerosos estudios (17,18,19) utilizando sevoflurane a flujos bajos en exposiciones incluso tan largas como 17 h de anestesia, los autores concluyen que el uso clínico de un FGF de 1 L/min no tiene efectos clínicamente significativos sobre la función renal ni hepática en el paciente (21).

Hideyuki, utilizando sevoflurane e isoflurane, con flujos bajos realizó un seguimiento mayor, no encontró diferencia significativa en ambos grupos con los diferentes marcadores renales, con un seguimiento de 14 días.(22)

Kharasch, también demuestra, que utilizando anestesia a bajos flujos, no hay relación significativa entre el tiempo de exposición y las alteraciones en los marcadores de función renal ni hepática.(23,24,25)

Ebert (27) comparó la anestesia con flujos bajos y anestesia endovenosa con propofol; en cirugías de más de 2 horas de duración, no encontrando cambios en la creatinina plasmática, ni el nitrógeno ureico, pero si en ambos grupos un incremento en la eliminación urinaria de albúmina, glucosa y proteínas, concluyendo que las alteraciones renales postoperatorias no se relacionan con un factor anestésico.

Todos estos estudios señalados, concuerdan con lo hallado en el nuestro, con lo que podemos afirmar que el uso de flujos bajos es una técnica anestésica segura

para el paciente, incluso en cirugías prolongadas, como las que se desarrollan en neurocirugía.

## **CONSUMO HORARIO DE ANESTESICO**

En la Tabla 5, se muestran los valores hallados de centímetros cúbicos de anestésico consumidos por hora, se puede ver que los grupos que recibieron anestesia con flujos bajos tuvieron un consumo de  $7,23 \pm 1.37$  cc/h el grupo de isoflurane y  $7,70 \pm 2,16$  cc/h el grupo de sevoflurane, consumos 50% menores a los hallados con flujos medios ( isoflurane:  $14,84 \pm 1,96$  cc/h y sevoflurane  $15,69 \pm 1,30$  cc/h); diferencia estadísticamente significativas entre flujos bajos y flujos medios ( $p < 0.05$ ). Esta diferencia se verá reflejada posteriormente en los costos.

## **ANALISIS DE COSTOS**

Actualmente en las instituciones de salud, existe preocupación por disminuir el exceso de costos a como de lugar, lo cual es un error, la reducción de costos no es una estrategia en si misma, sino que debe ser el resultado de una verdadera estrategia de gestión o de salud. Si la reducción de costos se realiza bruscamente, sin una real estrategia corre el riesgo de afectar la calidad del servicio de salud (33).

La reducción de costos en una organización se puede esquematizar en forma gruesa como el desarrollo de estrategias de atención que permita ser mas eficientes con los costos principalmente atacando o disminuyendo el mal uso de recursos llamados también costos de no calidad (33)

Sin embargo es obvio que para poder optimizar algo, primero hay que conocerlo, haciendo un diagnóstico situacional. Pero en el sector salud los médicos conocemos muy poco acerca de los costos de la prestación de los servicios y por lo tanto es más difícil también controlarlos.

Para comenzar debemos conocer los costos, seguirlos, compararlos e identificar el origen de los problemas de mal uso de recursos o como otros llaman desperdicio.

Cuando el mal uso de recursos es identificado se pueden generar nuevos ahorros con estrategias como reingeniería de procesos, estandarización de procesos, utilización o buen uso de los recursos eliminando el desperdicio. Estas son realmente estrategias que a la vez permiten optimizar resultados en salud, permiten mejorar los ahorros disminuyendo los costos.

Además información de costos generados constituye una herramienta fundamental para el proceso de toma de decisiones en la planificación de programas estratégicos de salud (34)

La escasez de información relativa a los costos en Anestesiología, por tanto constituye un problema prioritario, poco estudiado en nuestra realidad. Esta problemática se ve condicionada fundamentalmente por 2 circunstancias: el incremento en los costos de los insumos para la salud y los pocos datos que existen para identificar los montos económicos utilizados.

Por ello el presente trabajo, realizó un estudio de costos, hallando el costo de la hora anestésica, en un hospital como el nuestro considerado de cuarto nivel, primero la División de Costos de Hospital Rebagliati (35) determinó a nuestra solicitud, el costo en soles del uso de sala de operaciones, teniendo en cuenta la

depreciación de equipos e instrumental, los servicios tanto intermedios como generales y el mantenimiento de la misma; a este valor se añadió el precio de los fármacos utilizados en cada anestesia, información proporcionada por Farmacia del Hospital (36), tanto en el grupo de Flujos Bajos como en el Grupo de Flujos Medios, calculándose luego, utilizando una hoja de cálculo el costo de hora anestésica en cada paciente. No se consideró en este costeo los salarios del personal de salud.

La División de Costos encontró que el costo del uso por hora de Centro quirúrgico fue de 19 soles, los costos hallados de los fármacos endovenosos utilizados por hora, fueron similares en todos los grupos estando alrededor de 50 soles.

Con relación a los anestésicos inhalatorios, los precios para la institución son:

ANESTESICO	PRESENTACION FRASCO	PRECIO (soles)	COSTO Centímetro cúbico (soles)
<b>Isoflurane</b>	100 cc	<b>60.00</b>	0.60
<b>Sevoflurane</b>	250 cc	<b>916.00</b>	3.60

Se puede observar la amplia diferencia del costo de ambos anestésicos, el centímetro cúbico de sevoflurane es 6 veces más costoso que el de isoflurane.

En la Tabla 6 se aprecia los costos hallados con ambos anestésicos, utilizando flujos bajos y flujos medios, cuyas diferencias estadísticas serán analizadas en las siguientes tablas.

En la Tabla 7, se compara el isoflurane y el sevoflurane utilizando Flujos Bajos, una hora anestésica con isoflurane tiene un costo de 73,34, siendo 22 soles menos que una hora con sevoflurane, existiendo una diferencia estadísticamente significativa.

En la Tabla 8, comparamos el costo del anestésico más económico, el isoflurane, utilizando Flujos Bajos y Flujos Medios, existe diferencia estadística entre ambos, pero como el precio del anestésico es tan bajo, una hora anestésica con isoflurane a flujo medio es sólo 4,6 soles más cara.

En la Tabla 9, se compara el costo de sevoflurane con flujo bajo e isoflurane a flujo medio, el motivo de esta comparación es porque en un estudio piloto realizado en nuestro centro quirúrgico (37) se encontró que el 87% de anesthesiólogos utilizaban flujos medios (entre 2 y 3 Lt/min). Por tanto se intenta comparar un anestésico barato a flujo medio con un anestésico de un precio superior a flujo bajo, se encontró una diferencia estadística, de 18 soles. Sin embargo y considerando que nuestro estudio pretende servir de referencia a otros centros en nuestro país e incluso en Latinoamérica; el precio del Isoflurane para nuestra institución (60 soles) es inferior al cotizado en Hospitales del Ministerio de Salud donde el precio es alrededor de 250 soles, si se tomará en cuenta este valor, la hora anestésica con isoflurane a flujo medio sería 89 soles, solo 6 soles menos que sevoflurane a flujo bajo. Con ello afirmamos que el uso de flujos bajos disminuye los costos de la hora anestésico, incluso utilizando un anestésico de mayor precio.

Pendersen (10) encontró consumos anestésicos, similares al nuestro, encontrando un ahorro de 57% con flujos bajos, concluyendo que el uso de

flujos bajos ofrece ventajas económicas sustanciales con respecto a flujos medios.

En la Tabla 10, comparamos el costo de la hora anestésica con sevoflurane con los diferentes flujos, existiendo una diferencia altamente significativa; con flujos medios el costo de la hora anestésica es 28 soles más cara que con flujos bajos, esto significa un ahorro de 33% con el costo de hora anestésica con respecto a Flujos Medios.

Todos nuestros resultados no tendrían valor si es que no los relacionamos con nuestra realidad, en el Hospital Edgardo Rebagliati Martins, existen 27 centros quirúrgicos funcionando diariamente 6 días a la semana, en promedio 8 horas de anestesia al día, 22 días al mes, lo que hace un total de 28 512 horas anestésicas en un mes y 342 144 en un año.

Farmacia del Hospital Rebagliati nos proporcionó el consumo de anestésicos inhalatorios durante el primer semestre 2003:

Anestésico	Frascos	Centímetros Cúbicos	Consumo %
<b>Isoflurane</b>	1 172	117 200	<b>23,8</b>
<b>Sevoflurane</b>	1 501	375 250	<b>76,2</b>

Como podemos observar del total de anestésico inhalatorio consumido en el primer semestre del 2003, el 76,2% corresponde a sevoflurane, esto se puede

explicar por el tipo de pacientes intervenidos en nuestra institución, pacientes referidos, ASA III o ASA IV con múltiples patologías agregadas, y que durante el manejo anestésico, necesitan la estabilidad hemodinámica y versatilidad descrita para el sevoflurane (16,17,19), que les brinda seguridad en la anestesia.

Si nosotros realizamos una proyección, teniendo en cuenta los resultados de estudios anteriores (37), considerando que el 87% de anestesiólogos del hospital utilizan flujos medios, de todo el sevoflurane consumido 326 467 fueron usados con flujos medios, si estos profesionales hubieran utilizado la técnica de flujos bajos se hubieran ahorrado 33%, lo que en dinero significa 387 843 soles en seis meses, si lo proyectamos a un año significa un ahorro de 221 624 dólares.

Parece increíble, sin embargo si no se conoce el costo y más aun si no se desarrollan estrategias para disminuirlos, es probable que estemos desperdiciando recursos económicos, simplemente por desconocimiento del impacto de nuestras acciones.

En el sistema de salud hay muy pocos estudios en el ámbito mundial que permitan apreciar, la magnitud de la contribución de las drogas anestésicas como una proporción del presupuesto de un hospital. Hawkes (38) demostró en 1994 que los gastos de farmacia constituía el 5% del presupuesto del hospital, y las drogas anestésicas, son el 5% de este presupuesto, de este monto los anestésicos inhalatorios constituyen el 33,3% del total del presupuesto considerado para drogas anestésicas. Este trabajo concluyó que el costo de anestesia estaba alrededor de 30 a 60 dólares la hora anestésica.

En comparación al estudio de Hawkes (38), los costo hallados en nuestro estudio son inferiores están entre 21 y 35 dólares la hora anestésica.

Sin embargo como lo menciona este autor muchas veces no se toma en cuenta el costo del anestésico inhalatorio, ya que constituye una mínima parte del presupuesto de farmacia.

La mayor parte de los estudios fármaco económico, en anestesia, han sido restringidos a las investigaciones de costo efectividad, con el propósito de reducción de costos. Pero la mayoría de estudios comparativos y los intentos para determinar el resultado de las técnicas anestésicas equivalentes reportadas han informado diferencias económicas no significativas. (39)

Esta revisión, se diferencia de nuestro estudio, y esto se puede explicar por que en otros países la magnitud del presupuesto asignado a salud es nítidamente superior al nuestro, además que la técnica de flujos bajos propuesta, es comparada con una equivalente; ya que ambas son inhalatorias y su uso no representa desventajas demostradas.

Dentro de este contexto, el objeto del estudio es identificar los costos económicos, como un elemento que favorezca el uso racional de recursos financieros, así como generar información pertinente para implementar medidas de contención de costos en la institución.

Además las ganancias económicas de la institución podrían ser provechosas en la producción de servicios, como es el caso de la implementación con máquinas de anestesia modernas que permitan la producción de servicios de salud de calidad. Con un ahorro de 220 mil dólares anuales se podrían adquirir 3 máquinas anestésicas por año de acuerdo a las cotizaciones del año 2003 proporcionadas por la oficina de Logística del Hospital (40) u otros servicios que sean considerados prioritarios en el centro quirúrgico.



Por ultimo es importante fomentar una cultura de eficiencia institucional en el uso de los recursos por parte de los anestesiólogos. Los resultados de este estudio de manera integral constituyen un elemento idóneo para promover una cultura de eficiencia económica al interior del Departamento de Anestesiología, para dar un paso más en la disminución de costos y en la eficiencia en el uso de los insumos para la salud, sin disminuir la calidad de la anestesia del paciente brindándole seguridad.

## CONCLUSIONES

- En el presente estudio no se encontró hipercarbia en ninguno de los grupos estudiados, por tanto el uso de Flujos Bajos en comparación a Flujos Medios no causa hipoxia.
- Al evaluar la Concentración Alveolar Mínima (MAC), los valores hallados en el Grupo de Flujos Bajos como en el grupo de Flujos Medios, no superan 1,5 no afectando la autorregulación cerebral.
- El consumo anestésico en centímetros cúbicos, encontrado con Flujos Bajos es 50% inferior al hallado con Flujos medios, sin influir en esto el tipo de anestésico inhalatorio. Por tanto el uso de flujos bajos reduce el consumo anestésico a la mitad.
- Existe diferencia estadística significativa entre los costos de la hora anestésica con Flujos Medios y Flujos Bajos, así, usando Isoflurane a flujos Bajos se logra un ahorro del 6%, sin embargo, si se utiliza Sevoflurane a Flujo Bajo se ahorra 30% de lo necesario con Flujos Medios.
- Finalmente podemos concluir que el uso de Flujos Bajos tiene innumerables ventajas económicas, constituyendo en una estrategia de disminución de costos en la institución; además su uso no significa ningún riesgo para el paciente, permitiendo administrar una anestesia segura y de calidad.

## RECOMENDACIONES

- Recomendamos la difusión de los beneficios del uso de la técnica de Flujos Bajos entre los profesionales en anestesiología.
- Promover la adquisición de unidades de anestesia con el monitoreo adecuado que permitan el uso del Flujos Bajos en beneficio del paciente y de la institución.
- Desarrollar nuevos estudios, que permitan conocer los costos de desperdicio en anestesiología, y tomar conciencia de nuestra realidad, para desarrollar nuevas estrategias con la finalidad de disminuir costos en la institución

## BIBLIOGRAFIA

1. Castaño S. ¿ Calidad y costo en salud....compatibles? Publicación de la Universidad Javeriana. Colombia. 2000.
2. Weiskopf , RB. II Eger. Cost of inhaled anesthetics. Reply. *Anesthesiology* 80: 1407-1408. 1994.
3. Lowe, H.J. E. A. Ernst. *The Quantitative Practice of Anesthesia. Use of Closed Circuit.* William & Wilins. Baltimore, 1981
4. Baum. J. Anestesia Con Flujos Bajos Descripción De La Técnica En Forma De Preguntas Respuestas. *Rev. Per. Anest.* 1999; 12: 1: 30-50.
5. Weiskopf , RB. II Eger. Cost of inhaled anesthetics. Reply. *Anesthesiology* 80: 1407-1408, 1994.
6. Cotter, SM. Aj. Petros. Low flow anaesthesia: practice, cost implications and acceptability. *Anaesthesia.* 46:1009-1012, 1991.
7. Baker. Ab. Low flow and closed circuits. *Anaesth Intens Care* 22(4): 341-342, 1994.
8. Eger. I. New inhaled anesthetics. *Anesthesiology.* 80(4): 906-922, 1994.
9. Weiskopf, RB. Comparing the cost of inhaled anesthetics. *Anesthesiology* 79:1413-1418, 1993.
10. Pedersen, J Nielsen. Low-flow isoflurano-nitrous oxide anaesthesia offers substantial economic advantages over high and medium flow isoflurano-nitrous oxide anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 37 (5): 509-512, 1993.
11. Pita Fernández. *Epidemiología Clínica.* Determinación del tamaño muestra. *Cad Aten Primaria.* Nro 3:138-141. 1996.
12. Hijar A., Angles S. Estudio comparativo de flujos bajos y medios en Neuroanestesia con sevofluorane. *Ene-Set 2002.* Hospital Edgardo Rebagliati Martins.
13. Ebert, H. Ausencia de toxicidad renal y hepática después de cuatro horas de anestesia de voluntarias con una concentración de sevoflurano de 1,25 de MAC. *Anest Analg.* 1998; 86: 662-667.
14. Gupta, K Matta. Effect of incremental doses of sevoflurane cerebral pressure autoregulation in humans. *Br J Anaesrh.* 1997;79: 469-472.

15. Nigel. M. Bedford. Cerebral hemodynamic response to her introduction of Desflurane: A comparison with sevoflurane. *Anesth Analg* 2000; 91: 152-155.
16. Ebert, T J. Renal Responses to low flow desflurane, sevoflurane and propofol in patients. *Anesthesiology* 2000; 93: 1401-1406.
17. Kharasch, EJ Frink. Assesment of low flow sevoflurane and isoflurano effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. *Aneshtesiology* 1997; 86:1228-1253.
18. Bito.H. Effects of low flow sevoflurane anesthesia on renal function using sensitive markers on tubular toxicity. *Anesthesiology*. 1997;86:1231-37.
19. Bito, H. Ikeda. K. Long Duration, low flow sevoflurane anesthesia using two carbon dioxide absorbents: Quantification of degradation products in the circuit. *Anesthesiology*; 81: 340-345.
20. Gentz. B. Renal toxicity with sevoflurane. A storm in a Teacup?. *Drugs* 2001.61(15): 2155-2162.
21. Higuchi, Y Adachi. The effects of low flow sevoflurane and isoflurano anesthesia on renal functions in patiens with stable moderate renal insufficiency. *Anesth Analg*. 2001; 92: 650-655.
22. Golberg. ME. J Cantillo. Dose of compound A, not sevoflurane, determines changes in the biochemical markers of renal injury in health volunteers. *Anesth Analg* 1999; 88:437-440.
23. Shannon, MD Rivenes. Cardiovascular Effects of sevoflurane, isoflurano, hatotane y fentanilo Midazolam in children with congenital heart disease. *Anesthesiology*. 2001;94:223-229.
24. Kaharashc, ED .E. Frink. Long duration Low Flow sevoflurane and isoflurano effects on postoperative renal and hepatic function. *Anesth Analg*; 93: 1511-1520.
25. Hideyuki, A Yushi. The effects of low flow seyoflurane and isoflurano anesthesia on renal function in patients with stable maderate renal insufficiency. *Anesth Analg* 2001: 92:650-655.
26. Kharasch.ED. Assesment of Low flow Sevoflurane an Isoflurane effects on renal function usin sensitive markers of tubular toxicity. *Anesthesiology*. 1997; 86:1238-53.
27. Bito. H. Effects of low flow sevoflurane anesthesia on renal function using sensitive markers on tubular toxicity. *Anesthesiology*. 1997;86:1231-37.
28. Curatolo, M Derighetti. Administration of isoflurane –low flow. *Br J. Anaesth*. 1996, 76: 245-250.

29. Monkhoff, MD Marion, The effects of sevoflurane and halothane anesthesia on cerebral blood flow velocity in children. *Anesthesia Analgesia*. 2001; 94(4): 891-896.
30. Ebert, T J. Renal Responses to low flow desflurane, sevoflurane and propofol in patients. *Anesthesiology* 2000; 93: 1401-1406.
31. Mazzei, RL Jamison. Low flow ( 1 L/min) evoflurane: Is it safe? *Anesthesiology* 1997; 86:1225-1227.
32. Bedford. RF The renal safety of sevoflurane. *Anesth Analg* 2000; 90: 505-508.
33. Castaño S. ¿ Calidad y costos en salud... compatibles?. Universidad Javeriana. Colombia. 2001.
34. Arredondo A. Costos económicos en la producción de servicios de salud: del costo de insumos al costo de manejo de caso. *Salud pública de México*. Vol 39:2.1997.
35. División de Costos H.N.E.R.M. Informe Costos Centro Quirúrgico. Junio 2003.
36. Farmacia H.N.E.R.M. Lista de Precios de Fármacos, considerando última adquisición. Junio 2003.
37. Hajar A et al. Uso de flujos Bajos en el Hospital Rebagliati. Centro quirúrgico. H.N.E.R.M. 2002.
38. Hawkes C et al. Evaluation of cost mimization strategies of anaesthetic drugs un a tertiary hospital. *Can J Anaesth*. 41:894-901.1994
39. Bevan D. Pharmacoeconomics: Cost effective choise. *Refresher*. 2003.
40. Logística H.N.E.R.M. Cotización de Máquina de anestesia. Abril 2003.
41. Lackwood G. Measuring the cost od inhaled anaesthetics. *British J of Anaesthrsi*. 87:4:559-563.2001.

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS  
( ANEXO 1 )

DATOS GENERALES:

Nombre: \_\_\_\_\_ Nro de Ficha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Seguro: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Talla: \_\_\_\_\_ IMC: \_\_\_\_\_

R. Quirurgico: \_\_\_\_\_ ASA: \_\_\_\_\_ R. Neumológico: \_\_\_\_\_

Diagnostico: \_\_\_\_\_

Operación: \_\_\_\_\_ Fecha de Cirugía: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Hora de inicio de Anestesia: \_\_\_\_\_ Consumo Anestésico: \_\_\_\_\_

Hora de inicio de Cirugía: \_\_\_\_\_

Hora de Terminación de Cirugía: \_\_\_\_\_

Hora de Terminación de Anestesia: \_\_\_\_\_

ENFERMEDADES PREVIAS: (ANTECEDENTES)

Diabetes	( )	HTA	( )	Asma bronquial	( )
Neumonía	( )	Obesidad	( )	Bronquitis Crónica	Anemia ( )
Cirrosis:	( )	Anemia	( )	Arritmia cardiaca	( )
Convulsiones	( )	Aneurisma	( )	Embolización Arterial	( )

Otras: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

MEDICACIÓN

HABITUAL: \_\_\_\_\_

MANEJO ANESTESICO

Premedicación Anestésica: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fármacos anestésicos usados en Inducción: (Nombre-mg)

_____	_____
_____	_____
_____	_____





**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo.....paciente del Servicio de Neurocirugía, programado para cirugía electiva.

Doy mi consentimiento informado para participar como paciente del estudio:

**COSTO BENEFICIO DEL USO  
FLUJOS BAJOS EN NEUROANESTESIA  
H.N.E.R.M.**

Luego de haber sido informado detalladamente sobre el procedimiento como parte de mi manejo anestésico, analgésico, así como los beneficios y riesgos que este conlleva.

Por lo que conciente de ello firmo y autorizo mi participación.

.....  
DNI

Fecha: ...../...../.....