

11202

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional

NOMBRE: Maria Luisa Bermúdez Flores

FECHA: 02-02-2004

FIRMA: Maria Luisa Bermúdez Flores

EFFECTO EN LA PRESIÓN ARTERIAL DE DIÓXIDO DE CARBONO Y CAPNOGRAFÍA  
RELACIONADA A LOS CAMBIOS DE POSICIÓN INTRAOPERATORIA EN  
NEUROCIRUGIA

ASESORES

Dra. Nora Lidia Aguilar Gómez  
Medico Anestesiólogo  
Hospital de Especialidades Centro Médico la Raza

Dr. Juan José Dosta Herrera  
Profesor Titular del Curso Universitario de Especialización en Anestesiología  
Hospital de Especialidades Centro Médico la Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social.

Dr. Daniel Flores López  
Jefe del Servicio de Anestesiología  
Hospital de Especialidades Centro Médico la Raza

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA



DR. JESUS ARENAS OSUNA  
JEFE DE ENSEÑANZA

HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL "LA RAZA"



DR. JUAN JOSÉ DOSTA HERRERA

PROFESOR TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
ANESTESIOLOGÍA  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MÉDICO "LA RAZA"



DRA. MARÍA LUISA BERMÚDEZ FLORES

RESIDENTE DE TERCER AÑO DE ANESTESIOLOGIA

Dedicada a:

Héctor Beristain Bermúdez.

Hijo tu eres el sol que ilumina los días de mi vida y el principal motivo para superar la adversidad.

La residencia fue una época de flexibilidad y adaptación constante, casi siempre enriquecedora, en ocasiones de desierto y desgastante, implicó un esfuerzo de voluntad firme y de privación familiar y material, pero sin duda fue un aliciente a nuevas aspiraciones.

Entender al dolor en sus manifestaciones como un amigo que nos ayuda, nos hace sentir vivos, nos forma y nos premia o como el adversario que nos aprisiona, nos castiga y puede hacer de nuestra vida una indigencia; que nos hace reflexionar acerca de nuestra conducta bien o mal llevada, para cambiar aquí y ahora, es un logro personal.

¡Gracias! a todos los que colaboraron para entenderlo y especialmente a quienes me enseñaron que puedo controlarlo de diversas maneras.

## INDICE

1. Resumen .....	1
2. Introducción .....	2
3. Objetivos .....	3
4. Material y método .....	6
5. Resultados .....	8
6. Discusión .....	10
7. Conclusión .....	12
8. Gráficas .....	13
9. Bibliografía .....	20

## Summary

Bermúdez-Flores M.L., Aguilar-Gómez NL, Dosta-Herrera J.J., Flores-López D. H. E. C. M. N. "LA RAZA" México D.F. Delegación 2 Noreste.

**Introduction:** The different positions of the body in which the patients are during surgery change the respiratory dynamics in several ways according to the different pulmonary zones. The cerebral flow is a critical problem in the position of the patients for a surgery time by elective vasodilatation or vasoconstriction.

**Objetivo:** To determine the effect of different positions of the body during surgery in the arterial pressure of dioxide of carbon and CO<sub>2</sub> expired in neurosurgery's patients.

**Material and Methods:** It was realized a prospective, comparative, longitudinal and observational study in 75 patients undergoing to a neurosurgical event, all of them were monitored arterial pressure invasive, pulseoximetry, capnography and arterial gases registering the basal values and the values during surgery and its relationship with the changes of position.

**Results:** The 52% patients (39) were woman and the 48% of patients were man with mean age of 46.7 years the positions are classified in decubitus dorsal, pronus, lateral decubitus, lateral decubitus modified and seden. It were performed 56 neurosurgeries and 19 spinal surgeries. It were registered values with statistical significance with a  $p < 0.05$  in these positions, seden, pronus and lateral decubitus modified.

**Conclusion:** There are differences in the arterial pressure and end tidal CO<sub>2</sub> in relationship with the changes of positions during neurosurgery.

**Key words:** intraoperative position, CO<sub>2</sub> and neurosurgery.



## RESUMEN

Bermúdez-Flores M.L., Aguilar-Gómez NL, Dosta-Herrera J.J., Flores-López D. H. E. C. M. N. "LA RAZA" México D.F. Delegación 2 Noreste.

**Introducción:** Las diversas posiciones del cuerpo en que se colocan los pacientes durante la anestesia alteran la dinámica respiratoria en diversas formas, relacionadas con las zonas pulmonares adoptadas. El riego cerebral es un problema crítico en la colocación de pacientes para un procedimiento quirúrgico por vasodilatación o vasoconstricción selectiva.

**Objetivo:** Determinar el efecto de las diferentes posiciones intraoperatorias en la presión arterial de dióxido de carbono y espirada de CO<sub>2</sub> en pacientes de neurocirugía.

**Material y Método:** Se realizó un estudio prospectivo, comparativo, longitudinal y observacional en 75 pacientes sometidos a neurocirugía, en todos los pacientes se monitorizaron presión arterial invasiva, oximetría de pulso, capnografía y gases arteriales, registrando basales y con cambios de posición

**Resultados:** El 52% (39) fueron hombres y el 48% (36) mujeres, con edad promedio de 46.7 años. Se clasifican de acuerdo a la posición intraoperatoria en Decúbito Dorsal, Prona, Decúbito Lateral, Decúbito Lateral Modificada y Sedente. Se realizaron 56 cirugías intracraneales y 19 de tipo espinal. Se determinaron valores estadísticamente significativos en las posiciones: Sedente, Prona y Decúbito Lateral Modificado con  $p = < 0.05$ .

**Conclusión:** Sí existen diferencias en la presión arterial y espirada de CO<sub>2</sub> relacionadas con los cambios de posición intraoperatoria en neurocirugía.

**Palabras Claves:** posición intraoperatoria, CO<sub>2</sub>, neurocirugía.

## EFFECTO EN LA PRESIÓN ARTERIAL DE DIÓXIDO DE CARBONO Y CAPNOGRAFÍA RELACIONADA A LOS CAMBIOS DE POSICIÓN INTRAOPERATORIA EN NEUROCIRUGIA

\*Dra. María Luisa Bermúdez Flores

\*\*Dra. Nora Lidia Aguilar Gómez

\*\*\*Dr. Juan José Dosta Herrera

\*\*\*\*Dr. Daniel Flores López

### 2. INTRODUCCION

Las diversas posiciones del cuerpo en que se colocan los pacientes durante la anestesia alteran la dinámica respiratoria en diversas formas, relacionadas con las zonas pulmonares adoptadas.

West y col. Definieron tres zonas de relaciones variables en la microcirculación alveolar y pulmonar en el hombre. Las zonas básicas están en la posición erecta.

Zona 1.- La presión alveolar excede a las presiones arterial pulmonar o venosa pulmonar y evita la circulación pulmonar

Zona 2.- La presión de la arteria pulmonar excede una presión alveolar que, a su vez, es mayor que la presión venosa pulmonar. Esta zona se encuentra en las porciones no dependientes del pulmón, y el flujo está en equilibrio entre las presiones arterial y alveolar.

Zona 3.- Las presiones hidrostáticas elevan la presión venosa arriba de la alveolar, y el flujo está determinado por la diferencia entre las presiones arterial y venosa. El riego es más homogéneo que en la zona 2 y se afecta menos por las fuerzas de gravedad.(1,2,4,6)

Una persona sin patología conocida tolera cambios en la posición del cuerpo mediante adecuaciones producidas por mecanismos complejos, coordinados por muchos sistemas fisiológicos. La colocación apropiada de un paciente en la mesa de operaciones puede facilitar de forma considerable la realización del acto quirúrgico, esta instalación debe interferir lo menos posible con las funciones vitales.

\*Médico Residente de 3er. Año de Anestesiología

\*\*Médico Adscrito al Servicio de Anestesiología HECMN "La Raza"

\*\*\* Profesor Titular del Curso Universitario de Especialización en Anestesiología HECMN "La Raza"

\*\*\*\* Jefe del Servicio de Anestesiología HECMN "La Raza"

Las posibles alteraciones fisiológicas más importantes incluyen circulación, ventilación y sistema nervioso central, porque las acciones compensatorias están deprimidas durante la anestesia. La depresión varía de la técnica anestésica y enfermedad del paciente así como la edad y medicación. (1, 4, 6,7)

Las fuerzas de gravedad son potencialmente perjudiciales para la función eficaz del cuerpo en la nueva postura adoptada y diversos reflejos orgánicos inmediatos deben modificar la actitud existente. Cuando existe una enfermedad, lesión, inanición, inactividad física prolongada o medicamentos anestésicos se deterioran o pierden las respuestas compensadoras a los cambios de posición, y puede presentarse disfunción importante de uno o más sistemas de órganos. (1)

Las adaptaciones cardiovasculares al cambiar de posición suceden por tres mecanismos: a) sistema renina – angiotensina, b) sistema nervioso simpático y c) mecanismos barorreceptores reflejos.

En una persona normotérmica, normocápica y normovolémica la inducción de la anestesia causa vasodilatación periférica; el incremento del riego tisular disminuye con el tiempo y desaparecen las fluctuaciones espontáneas en el volumen microcirculatorio cuando termina la anestesia y el paciente comienza a reaccionar.

Definir las posiciones es necesario y legalmente importante de manera que posición es la actitud o postura en que se coloca una persona con un fin determinado.

Decúbito se utiliza para indicar el área del cuerpo en contacto con la superficie de apoyo de la mesa de operaciones. Para la colocación adecuada se requiere de varias personas coordinadas anticipadamente en los movimientos.

Posición decúbito lateral izquierdo indica la postura de un paciente que está acostado sobre su lado izquierdo. Decúbito dorsal o supina es la postura de un paciente acostado sobre su espalda y decúbito ventral o prona se refiere a la postura de un paciente acostado sobre su abdomen. Existen variaciones de posición en relación con la elevación, inclinación o posición declive de la cabeza. (1)

▫ Posición en decúbito dorsal o supina, en esta posición, las presiones arteriales son similares en todo el eje vascular horizontal y no se compromete regionalmente el riego de la cabeza y de las extremidades inferiores. Una almohada debajo del occipucio coloca la circulación cerebral

un poco arriba del nivel del corazón. Establece un gradiente ligero cuesta arriba para el flujo arterial a la cabeza, el gradiente venoso cuesta abajo ayuda al flujo de salida venoso de la circulación cerebral.

▫ Posición en decúbito lateral, las presiones en la mayor parte de los sitios a lo largo del eje vascular son casi idénticas. Las excepciones son a) los gradientes pequeños entre la parte más superior y los brazos pendientes y b) los gradientes hidrostáticos que ocurren entre los dos pulmones.

▫ Posición Prona o decúbito ventral, empleada comúnmente para procedimientos cervicales, torácicos y lumbares, así como para acceso quirúrgico a estructuras de la línea media en la fosa posterior del cráneo. Se debe alinear la cabeza y la columna, se colocan rollos debajo del tórax a nivel infraclavicular y hasta la pelvis, de modo que el abdomen quede libre y no haya compresión del tórax, se debe asegurar que no se ejerza presión excesiva de las órbitas.

▫ Posición Sedente, al adoptar esta posición debe existir previamente una adecuada valoración anatómica y fisiológica, identificando a pacientes con mayor riesgo de complicaciones así como aquellos en los que se contraindica: pacientes con corto-circuito ventrículo-auricular (6). Se emplea en cirugía de fosa posterior, por la ventaja de tener una mejor exposición quirúrgica, disminución de hemorragias por mejoría del drenaje venoso (1,2). Las desventajas incluyen riesgo de embolismo venoso aéreo, neumocéfalo e inestabilidad hemodinámica, así como lesión del nervio ciático por flexión exagerada de la cadera.

El riego cerebral es un problema crítico en la colocación de pacientes para un procedimiento quirúrgico por vasodilatación o vasoconstricción selectiva, la vasculatura cerebral normal sin anestesia puede autorregular un flujo sanguíneo con presiones arteriales medias entre 50 y 150 mmHg. La autorregulación proporciona protección al cerebro contra el efecto nocivo de la hipertensión sistémica o isquemia resultante de una hipotensión sistémica

El CO<sub>2</sub> es el metabolito procedente de la utilización por las células del organismo y los sustratos energéticos; todas aquellas circunstancias en las que afectan o influyen sobre el metabolismo basal o el consumo de O<sub>2</sub> también influyen en la producción de CO<sub>2</sub>.

El CO<sub>2</sub> se elimina durante la espiración, la cual depende de la situación de normalidad o patología en que se encuentran los pulmones, las vías respiratorias y de la integridad del sistema de

control funcional central y periférico de la respiración. La concentración de CO<sub>2</sub> en el alveolo es un indicador del equilibrio entre la producción de CO<sub>2</sub> y la ventilación alveolar. Las variaciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub> son de utilidad para reconocer las alteraciones metabólicas, ventilatorias y circulatorias.

La capnografía es el registro gráfico de las concentraciones instantáneas de CO<sub>2</sub> en los gases espirados en el ciclo respiratorio y refleja por tanto las alteraciones en la producción tisular, transporte y eliminación pulmonar de CO<sub>2</sub>. La capnometría valora numéricamente la presión parcial de CO<sub>2</sub> en el aire espirado, el aparato que representa de forma gráfica y numérica se llama capnógrafo.

El aumento de la PaCO<sub>2</sub> causa vasodilatación; la hipocapnia por hiperventilación a una PaCO<sub>2</sub> de 20 mmHg causa vasoconstricción de los vasos cerebrales normales. Debajo de una PaCO<sub>2</sub> de 20 mmHg, una disminución del riego por vasoconstricción causa isquemia tisular e inicia la vasodilatación hipóxica. Los vasos de la médula espinal se comportan en forma similar a la vasculatura cerebral.

#### Complicaciones

Hipotensión postural, la colocación en posición con la cabeza elevada se acompaña de disminución de presión de perfusión cerebral, con riesgo de isquemia, sobretodo en pacientes que tienen estenosis carotídea, por lo que se debe realizar esta colocación de manera paulatina, vigilando la presión arterial.

La embolia gaseosa es un riesgo siempre que el sitio quirúrgico esté por encima del nivel del corazón. La gran disminución de la presión venosa cefálica, favorece la embolia gaseosa en caso de fricción venosa realizada por el cirujano, favoreciendo la entrada de aire y produciendo hipoxia, hipercapnia, broncoconstricción, hipotensión arterial y colapso cardiovascular; lo ideal es emplear métodos de identificación de embolias, como US (ultrasonido) Doppler, que detecta el mínimo ruido característico en la entrada de aire y el capnógrafo, que muestra una disminución súbita en el periodo final de CO<sub>2</sub>. El 20 a 30% de los pacientes tienen un foramen oval funcionalmente cerrado siempre que la presión de la aurícula izquierda supere a la de la derecha; en la posición sedente este gradiente se invierte, la presión de aurícula derecha es mayor, aumentando así el riesgo de embolia gaseosa sistémica. Algunos autores han propuesto que si la presión capilar pulmonar en cuña es más baja que la presión de aurícula derecha; con la cabeza elevada el riesgo de embolia gaseosa es importante, por lo cual se debe limitar el tiempo en esta posición.(1,2,6)

### 3. OBJETIVO

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de las diferentes posiciones intraoperatorias en la presión arterial de dióxido de carbono ( $\text{PaCO}_2$ ) y espirada ( $\text{PeCO}_2$ ) en pacientes de neurocirugía.

### 4. MATERIAL Y METODOS

Previa aprobación por el Comité Local de Investigación y Ética del Hospital de Especialidades del Centro Médico "La Raza" y consentimiento informado por parte de los pacientes, estudiamos 75 pacientes derechohabientes del I.M.S.S. sometidos a cirugía intracraneana o espinal en forma electiva, bajo Anestesia General Balanceada en los que se monitorizó el  $\text{CO}_2$  por capnografía y gasometría arterial.

Se incluyeron pacientes de 18 a 65 años de edad, ambos géneros, candidatos a cirugía intracraneal o espinal en el Hospital de Especialidades Centro Médico "La Raza". No se incluyeron pacientes que requieran anestesia regional, sometidos a cualquier otro tipo de cirugía, con trastornos de la coagulación, hepatopatías, cardiopatía, falla renal o que no aceptaran participar en el estudio así como aquellos con cirugía de urgencia. No se incluyeron a pacientes con intubación endotraqueal preoperatorio.

Se tomaron como criterios de eliminación: complicación quirúrgica, inestabilidad hemodinámica severa (hipotensión e hipertensión severa y sangrado abundante en transoperatorio).

Los pacientes fueron clasificados en grupos de acuerdo a la posición intraoperatoria: decúbito dorsal o supina (DD), prona (P), decúbito lateral (DL) y sentado(S). La posición fue elegida por el servicio de neurocirugía de acuerdo al procedimiento quirúrgico a realizar.

Los pacientes fueron manejados con anestesia general balanceada. La selección de fármacos y dosis fue realizada por el anestesiólogo. Empleando para narcosis basal Fentanil, relajante muscular no despolarizante, como inductor Tiopental o Propofol y el mantenimiento con Halogenado Isoflurano o Sevoflurano. Se empleó monitoreo tipo I y II: EKG, PANI, Oximetría de pulso ( $\text{SpO}_2$ ), capnografía, capnometría (previamente calibrado el sensor del capnógrafo), FC por estetoscopio esofágico, línea arterial para PAI y gasometría, PVC y sonda foley.

Después de la intubación endotraqueal, los pulmones fueron ventilados mecánicamente, con volumen corriente calculado a  $10\text{ml/kg}$  y frecuencia respiratoria de 10 x minuto, con fracción

inspirada de oxígeno al 100%, relación inspiración:expiración 1:2 presión máxima inspiratoria 30 mmHg. En todos los casos las variables ventilatorias propiciaron una presión espiratoria inicial de dióxido de carbono menor a 35 mmHg y un trazo normal de capnografía, así mismo se tomó una muestra de sangre arterial a través del catéter previamente colocado para este fin con el paciente en la posición inicial (decúbito dorsal), considerado como tiempo 0, estos valores fueron registrados en la hoja de vaciamiento de datos. De forma similar la siguiente medición de PaCO<sub>2</sub> y PeCO<sub>2</sub> se realizó después del cambio de posición considerado tiempo uno (T1), cada hora subsiguiente (T2, T3, T4) al final del procedimiento quirúrgico (Tfq) y después de que el paciente fue regresado a posición inicial (decúbito dorsal) considerado tiempo final (Tf).

El cambio de posición se realizó en forma coordinada por médicos residentes anestesiólogos y cirujanos con ayuda de camilleros

En el transoperatorio se registró la respuesta hemodinámica (frecuencia cardíaca y tensión arterial) cada hora hasta el término del procedimiento quirúrgico. Los requerimientos de anestésicos y halogenados fueron ajustados de acuerdo a la respuesta del paciente.

También se registraron la aparición de efectos colaterales como: hipotensión, hipertensión, taquicardia, bradicardia.

Los resultados obtenidos se estratificaron de acuerdo al cambio de posición que correspondía a las variables escalares, se les aplicó estadística descriptiva con porcentajes, promedios, desviación estándar y ANOVA.

En nuestro estudio se presentó un caso con hipotensión arterial y bradicardia refractaria, requiriendo aminas vasopresoras para lograr la estabilidad cardiovascular y difiriendo la cirugía, el paciente iba a ser colocado en posición sedente.

## 5. RESULTADOS

De los 75 pacientes estudiados, el 52% (39) fueron mujeres y el 48% (36) hombres, con edad promedio de  $46.7 \pm 8$  años con un rango de 29 a 64, con peso de  $65.87 \pm 4.01$ , talla de  $1.59 \pm 0.07$ , sin diferencias estadísticamente significativas. El Estado Físico ASA I el 13.33%(10), II 17.33% (13), III 48% (36) y IV 21.33% (16). Ver tabla y gráfica 1.

Se clasificaron en las siguientes posiciones.- Decúbito Dorsal con variación en la colocación de la cabeza: Cabeza Declive (DDD) 10 pacientes, Cabeza Elevada 30-40° (DDE) 15 pacientes y Cabeza con Rotación (DDR) 13 pacientes. Decúbito ventral o Prona (P) 16 pacientes, Sedente (S) 10 pacientes, Decúbito Lateral (DL) 7 y Decúbito Lateral Modificada (DLM) 4 pacientes. Ver tabla y gráfica 2.

Se realizaron 56 cirugías intracraneales y 19 de tipo espinal. En posición DDD: 5 intracraneal y 5 espinal, DDE 15 intracraneal, DDR 13 intracraneal. En (P) 3 intracraneal y 13 espinal, (S) 10 intracraneal, DL 6 intracraneal y 1 espinal, DLM 4 intracraneal. Ver tabla y gráfica 3.

El diagnóstico más frecuente fue Meningioma (20 pacientes), seguido de Hernia de disco (15 pacientes) y Astrocitoma (12 pacientes). Ver tabla y gráfica 4.

Se registraron parámetros basales hemodinámicas, antes y después de la colocación de la posición intraoperatoria con diferencias considerables para la posición sedente, los demás grupos sin diferencias significativas, todos con promedio de TAM 70 mmHg con rango de 60 a 100 mmHg, FC 70 x minuto y Oximetría de pulso mayor a 98% en todos los casos. Ver tabla 5. Se realizaron un total de 484 gasometrías, para la evaluación estadística se consideraron los valores media y SD para PaCO<sub>2</sub> y PeCO<sub>2</sub> en los tiempos: cero (T<sub>0</sub>), posterior a la posición intraoperatoria (T<sub>1</sub>), al final de la cirugía (T<sub>fq</sub>) y al regresar a la posición inicial (T<sub>f</sub>) en los diferentes grupos de posiciones, evaluando las diferencias en los tiempos mencionados Ver tabla 6, 7.

Con fines estadísticos se agrupan los pacientes colocados en DL y DLM ahora identificado como grupo DLLM con 11 pacientes.

El tiempo de la posición intraoperatoria es variable con rango de 3 a 8hrs, nosotros evaluamos el efecto de posición sobre CO<sub>2</sub> producido en el T<sub>0</sub> a T<sub>1</sub> y de T<sub>fq</sub> a T<sub>f</sub>.

Se realiza P (a-e CO<sub>2</sub>) con un rango de 1.98 a 6.81 mmHg. En todos los grupos se observa que la P (a-e CO<sub>2</sub>) es mayor conforme se prolonga el tiempo de la posición intraoperatoria. Ver tabla

8

Por ANOVA consideramos estadísticamente significativo  $p = < 0.05$ .



En los grupos colocados en posición: Prona (P), Sedente (S) y DLLM, se registraron valores estadísticamente significativos para PaCO<sub>2</sub> del tiempo cero al tiempo 1(T0-T1) con: p = .040 para posición P, p = .001 en posición S y p =.046 en posición DLLM. Existiendo incremento paulatino de CO<sub>2</sub> arterial, no así en PeCO<sub>2</sub> por capnografía.

En la posición DDD se registraron cambios en PaCO<sub>2</sub> en el tiempo final de la cirugía (Tfq) con p = .035, la PeCO<sub>2</sub> por capnografía presenta diferencia estadísticamente significativos del T0 al T1 con p = .007. En los demás grupos no hubo diferencia estadísticamente significativa en el CO<sub>2</sub> arterial y espirado.

## 6. DISCUSION

En este estudio los factores demográficos edad, sexo, peso, talla y estado físico ASA no intervienen con las modificaciones en la Pa y e CO<sub>2</sub> con el cambio de posición. Para la cirugía intracraneana se adoptan diversas posiciones con el fin de facilitar el acceso quirúrgico, para cirugía espinal se prefiere posición prona y en situaciones especiales DL.

Se han reportan variaciones específicas que incluyen cambios cardiovasculares y respiratorios principalmente relacionados con la posición adoptada tal y como se reporta en la literatura por West. (2, 4, 6,10)

Los parámetros hemodinámicos (FC y TAM) se alteran con los cambios de posición predominantemente en DLLM, P y S, en esta última se observa los cambios más significativos. En nuestro estudio el paciente que se difirió por inestabilidad hemodinámica puede explicarse debido a que las adaptaciones fisiológicas están abatidas por efecto farmacológico anestésico que se acentúan en dicha posición. (4, 6, 7, 16,17) Una persona sin patología conocida tolera cambios en la posición del cuerpo mediante adecuaciones producidas por mecanismos complejos, coordinados por muchos sistemas fisiológicos. Las adaptaciones cardiovasculares al cambiar de posición suceden por tres mecanismos: a) sistema renina – angiotensina, b) sistema nervioso simpático y c) mecanismos barorreceptores reflejos. La inducción de la anestesia causa vasodilatación periférica; el incremento del riego tisular disminuye con el tiempo, se deterioran o pierden las respuestas compensadoras a los cambios de posición y puede presentarse disfunción importante de uno o más sistemas de órganos. (1) Cuando termina la anestesia y el paciente comienza a reaccionar desaparecen las fluctuaciones espontáneas en el volumen microcirculatorio. (1,7,9)

La P (a-e CO<sub>2</sub>), obtenida en este estudio concuerda con los datos de autores como Sperry RJ, Miller RD, pero, el rango es más amplio desde 1.98 a 6.81 mmHg en comparación con el mencionado por ellos 5 a 8 mmHg. (2,4, 6,10)

Los valores negativos de P(a-eCO<sub>2</sub>) que se presentan se explican por las alteraciones en la ventilación perfusión con el cambio de posición, predominantemente en DL y S, por incremento del espacio muerto alveolar que ocasiona un incremento en P(a-eCO<sub>2</sub>). Nunn y Gil en 1960 muestran que la diferencia P (a-e CO<sub>2</sub>) es negativa con mayor frecuencia en pacientes ventilados con elevado volumen corriente y baja frecuencia respiratoria, también se ha reportado en los niños durante procedimientos quirúrgicos laparoscópicos y cirugía de corazón, el incremento del CO<sub>2</sub> puede ser

ocasionado por disminución de la capacidad residual funcional y la posición en Trendelenburg. (7, 9,14,17)

La PaCO<sub>2</sub> con el cambio de posición presenta diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en las posiciones P, DLM y S, con incremento de PaCO<sub>2</sub> progresivo relacionado con el tiempo y posición quirúrgica, (3, 4,12) Esto se debe a que las fuerzas de gravedad modifican la función eficaz del cuerpo en la nueva postura. Los mecanismos fisiopatológicos de la alteración en la ventilación perfusión se relacionan con inestabilidad hemodinámica y la posición, disminuyendo el componente perfusión.(1,2,4,6,7,17)

La posición sedente contribuye a la redistribución basal pulmonar y ocasiona en la zona 1 de West colapso pulmonar capilar con incremento en la ventilación. La circulación cerebral establece un gradiente cuesta arriba para el flujo arterial a la cabeza.(1,2,6,10,16)

En la posición prona se observa disminución de la Capacidad Funcional Residual (CFR) inicialmente por efecto farmacológico y después por el aumento de la presión abdominal y elevación del diafragma que ocasiona una Ventilación/Perfusión heterogénea.(1,2,16,17)

Posición en decúbito lateral, las presiones en la mayor parte de los sitios a lo largo del eje vascular son casi idénticas. Las excepciones son a) los gradientes pequeños entre la parte más superior y los brazos pendientes, b) los gradientes hidrostáticos que ocurren entre los dos pulmones y c) cuando se modifica la posición el gradiente entre la cabeza con el eje vascular corporal, que coloca la circulación cerebral por abajo del nivel del corazón. Establece un gradiente cuesta arriba para el flujo de salida venoso de la circulación cerebral. (1,2,10,17)

La eliminación del CO<sub>2</sub> durante la espiración, depende de la situación de normalidad o patología en que se encuentran los pulmones, las vías respiratorias y de la integridad del sistema de control funcional central y periférico de la respiración. Las variaciones en las concentraciones de CO<sub>2</sub> son de utilidad para reconocer las alteraciones fisiológicas ocasionadas por la nueva postura en el sistema nervioso central, ventilación y circulación. (2,8,12)

Algunos estudios refieren en que la duración de la posición quirúrgica no es relevante si la cirugía es menor a 4 horas, en nuestro estudio se da seguimiento cada hora observándose que en el valor de CO<sub>2</sub> arterial ocurre incremento, a diferencia del CO<sub>2</sub> por capnografía que después de 2 hrs permanece constante, probablemente se deba a falla del sensor de CO<sub>2</sub> (en todos los casos fue calibrado por el autor), aunque hay estudios que refieren la falta de veracidad de capnografía en tiempos prolongados. (3,8)

## 7. CONCLUSION

Las diversas posiciones intraoperatorias adoptadas, alteran la función respiratoria, independientemente de los cambios ocasionados por la acción de fármacos anestésicos

El tiempo es determinante para la progresión de los cambios en la P a y e de CO<sub>2</sub>.

Las posiciones con mayor susceptibilidad a alteraciones fisiológicas en el sistema nervioso central, circulatorio y ventilación son Prona, Sedente y Decúbito Lateral y Modificado.

En neurocirugía el monitoreo de CO<sub>2</sub> es estrictamente indispensable no solo por capnografía si no por gasometría arterial.

## 8. TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1.- Datos demográficos

Variables	No. %
Peso	65.87 ± 4.01
Talla	1.59 ± .07
Femenino	39 (52%)
Masculino	36 (48%)
Total	75 (100%)
Edad	46.7 (29-64) ± 8
Edo. Fisico ASA	
I	10 (13.33%)
II	13 (17.33%)
III	36 (48.00%)
IV	16 (21.33%)

Gráfica 1

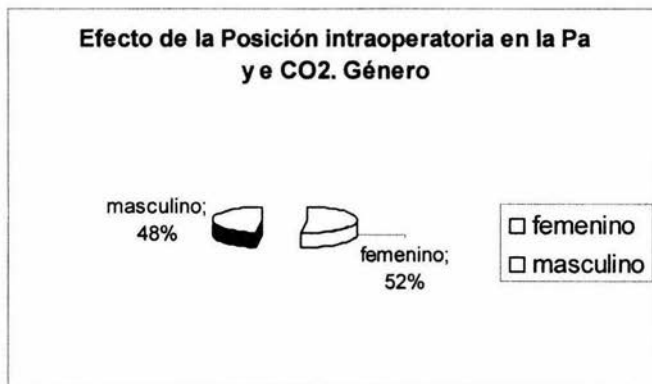


Tabla 2. Posiciones intraoperatorias.

Posición	Hombres	Mujeres	Total
D. D. Declive	6	4	10 (13.33%)
D. D. Elevación	4	11	15 (20.00%)
D. D. Rotación	3	10	13 (17.33%)
Prona	11	5	16 (21.33%)
Sentado	6	4	10 (13.33%)
D. Lateral	3	4	07 (9.33%)
D. Lateral Modificada	3	1	04 (5.33%)
Total	36	39	75 (100%)

Gráfica 2

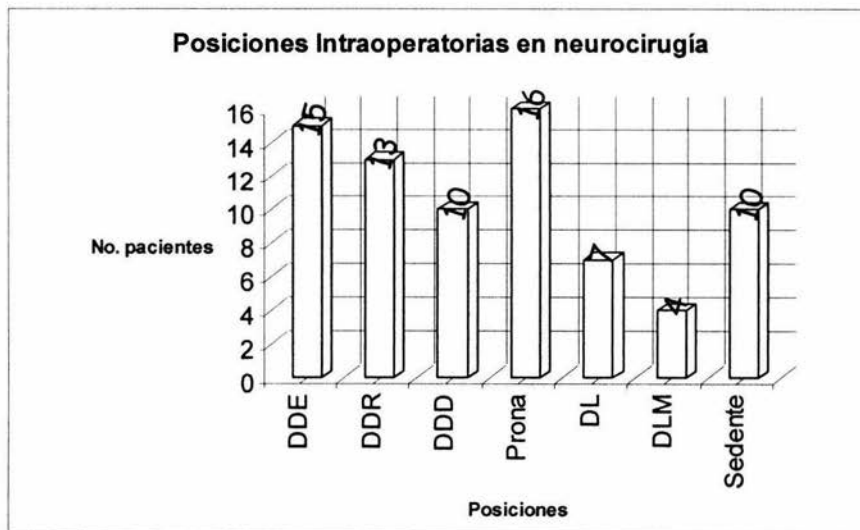


Tabla 3. Cirugías efectuadas

Cirugía	Intracraneal	Espinal	Total
D.D. Declive	5	5	10
D.D. Elevación	15	0	15
D.D. Rotación	13	0	13
Prona	3	13	16
Sentado	10	0	10
D. Lateral	6	1	7
D. Lateral Modificada	4	0	4
Total	56 (74.66%)	19 (25.33%)	75

Gráfica 3.



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 3. Cirugías efectuadas

Cirugía	Intracraneal	Espinal	Total
D.D. Declive	5	5	10
D.D. Elevación	15	0	15
D.D. Rotación	13	0	13
Prona	3	13	16
Sentado	10	0	10
D. Lateral	6	1	7
D. Lateral Modificada	4	0	4
Total	56 (74.66%)	19 (25.33%)	75

Gráfica 3.





Tabla 4.- Diagnósticos quirúrgicos

CIRUGÍA	Pacientes (%)
Meningioma	20 (26.6%)
Astrocitoma	12 (16%)
Enfermedad vascular	9 (12%)
M. E. C.	4 (5.33%)
Hernia de disco	15 (20%)
Tumor Fosa Posterior	10 (13.33%)
Adenoma Hipofisiario	3 (4%)
Neuralgia del Trigémino	2 (2.66%)

Gráfica 4.

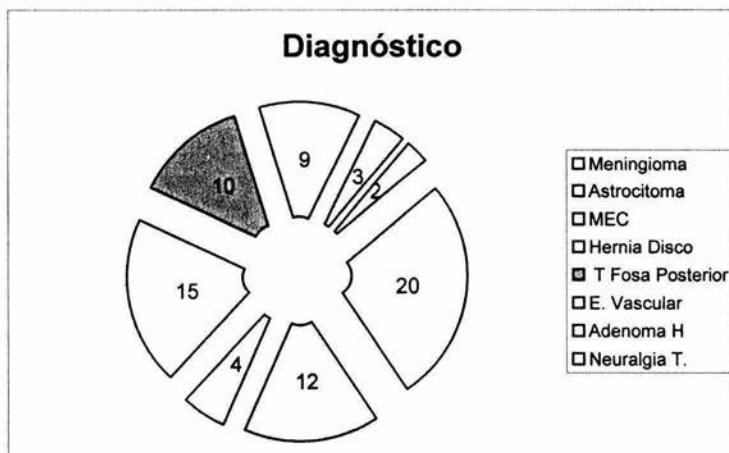


Tabla 5. Parámetros hemodinámicos iniciales y al cambio de posición.

Posición	Tiempo			T1			Tfq			Tf		
	T0			TA	FC	SaO2	TA	FC	SaO2	TA	FC	SaO2
	TA	FC	SaO2	TA	FC	SaO2	TA	FC	SaO2	TA	FC	SaO2
D.D. Declive	90	70	98	100	70	98	65	68	99	70	68	100
D.D. Elevación	85	80	99	80	90	100	65	85	100	85	86	100
D.D. Rotación	70	68	98	75	75	99	70	70	98	75	70	99
Prona	75	70	98	95	80	99	70	75	99	80	75	99
Sentado	90	68	98	60	60	100	65	63	100	75	69	100
D. Lateral	85	75	98	90	79	98	70	80	98	80	80	98
D. Lateral Modificada	80	80	99	100	92	98	75	80	98	90	85	99

Tabla 6.- Efecto de la posición intraoperatoria en la PaCO2.

Posición	T0	T1	Diferencia T0/T1 mmHg	Tfq	Tf	Diferencia Tfq/Tf mmHg
	X / SD mmHg	X / SD mmHg		X / SD mmHg	X / SD mmHg	
D.D. Declive	26.47/1.52	26.92/1.41	-0.43	27.36/2.32*	27.21/2.05	1.00
D.D. Elevación	27.49/2.90	26.68/3.01	0.81	28.79/4.05	29.47/4.27	-0.68
D.D. Rotación	26.80/2.62	26.50/3.74	0.30	28.17/4.0	28.44/3.71	-0.27
Prona	29.51/4.27	31/3.76*	-2.27	31.02/2.22	30.47/2.22	0.54
Sentado	27.83/2.07	27.78/3.98*	0.05	27.61/3.11	27.48/2.50	0.13
D. L. L. M.	25.67/4.40	26.26/4.61*	-1.00	29.53/2.54	27.25/3.22	1.06

\* Estadísticamente significativa P&lt; 0.05

Tabla 7.- Efecto de la posición intraoperatoria en  $P_eCO_2$ 

Posición	T0 X / SD mmHg	T1 X / SD mmHg	Diferencia T0/T1	Tfq X / SD mmHg	Tf X / SD mmHg	Diferencia Tfq/Tf mmHg
D.D. Declive	24.30/1.49	23.30/1.88*	0.15	22.90/1.96	24.10/1.85	-1.20
D.D. Elevación	24.13/1.31	22.26/1.75	1.87	22.4/1.98	24.33/2.19	-1.93
D.D. Rotación	23.30/2.81	21.69/1.79	1.70	21.46/2.56	23.15/1.77	-1.69
Prona	26.81/3.37	26.43/3.48	0.38	26.56/2.50	28.43/2.80	-1.87
Sentado	23.40/3.02	22.80/2.74	0.60	21.20/1.87	22.30/2.05	-1.10
D. L. L. M.	22.90/2.70	23.54/3.55	-1.64	22.72/2.83	24.63/3.13	-3.81

\* Estadísticamente significativo  $p < 0.05$ Tabla 8. Posiciones intraoperatorias  $P(a-eCO_2)$ 

Posición	T0 P (a-e)CO2 mmHG	T1 P (a-e)CO2 mmHG	Tfq P (a-e)CO2 mmHG	Tf P (a-e)CO2 mmHG
D.D. Declive	2.17	3.62	4.46	3.11
D.D. Elevación	3.36	4.42	6.39	5.14
D.D. Rotación	3.5	4.8	6.71	5.29
Prona	2.7	3.41	4.46	1.98
Sentado	4.43	4.98	6.41	5.18
D. L. L. M.	2.77	2.72	6.81	2.62

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. Martin J. Fisiología de la posición del paciente "En". Collins VJ. Anestesia regional y general. 3ª. México: Interamericana Mc Graw Hill, 1996 vol 1:167-177
2. West JB Fisiología Respiratoria "En". West JB. Fisiología Respiratoria Baltimore: Williams & Wilkins, 1990
3. Grenier B, Verchere, Mesli. Capnography monitoring during neurosurgery : reliability in relation to various intraoperative positions. Anesth Analg 1999;88(1): 43-48
4. Miller RD, Cucchiara FR, Miller ED jr. Anestesia; 4a. México 1998;559-602.
5. Fletcher R. and Jhonson B. Deadpase and the sigle breath test for carbon dioxide during anaesthesia and artificial Ventilation. Br. J. Anaest. 1984; 56: 109-11.
6. Sperry RJ Positions intraoperative "En". SperryRJ, Stirt DA, Stone DJ. Manual of Neuroanesthesia, Toronto . Philadelphia: BC Decker, 1990:91-105
7. Benumof JL, Protección cerebral, reanimación y monitoreo "En". Benumof JL, Bissonnette B. Clinicas de Anestesiología de Norteamérica Protección Cerebral, Reanimación Monitoreo: Panorama Futuro de la Anestesia. México: Interamericana McGraw-Hill, 1992:10:493-6
8. Newfield P, Cottrell J. Neuroanestesia. Madrid, España: Marban S.L. 2001:146
9. Himmelseher, Sabine, Pfenninger, Ernst. Intraoperative monitoring in neuroanesthesia. Anesth y Analg 2001; 92(1):166-171
10. Caplan RA, Posner KL, Ward RJ, et al. Adverse respiratory events in anesthesia: a close claims analysis. Anesthesiology 1990; 72:828-33
11. Werner C, Kohs E. Monitoring of the central nervous system. Curr Opin Anesth 1998;11:459-65
12. Yuan, Hui-Bih; Lui, Ping. Factors affecting the difference between arterial and peak end-expired carbon dioxide pressure during neuroanesthesia ; Curr Opin anesth 1998; 89(3AS)Sup :334A
13. Kumar, Ajay, Bithal. Should one rely on capnometry when a capnogram is not seen? J N Anesthesiology 2002;14(2):153-156
14. Wang, Vincent J., Krauss, Baruch. Carbon dioxide monitoring in emergency medicine training programs. 2002; 18(4):251-253

15. Pearl, Ronald G,FCCM. Monitoring in Anesthesia. *Anesthesiology* 1995;23(9):1616
16. Martin J, Collins VJ Aspectos técnicos de la posición del paciente "En".Collins VJ. *Anestesia regional y general*.3ª.México:Interamericana Mc Graw Hill,3ª.edición,1996 vol 1:178-195
17. Martin J Complicaciones dependientes de la posición del paciente"En".Collins VJ: *Anestesia regional y general*.3ª.México:Interamericana Mc Graw Hill,3ª edición,1996 vol 1:196-210