

RELACION ENTRE LA POSICION Y EL EMBOLISMO AEREO DURANTE LA CIRUGIA DE FOSA POSTERIOR Y LAMINECTOMIA CERVICAL

*LAURA ROMAY-MORALES

**LUIS IGARTÚA-GARCÍA

***FERNANDO ETULAIN-M.

RESUMEN

Se realizó la revisión de 134 intervenciones neuroquirúrgicas en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, para determinar la incidencia de embolismo aéreo en relación con la posición del paciente. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes intervenidos en posición sedente y aquellos colocados en posición horizontal. Se concluyó que la incidencia de embolismo aéreo en procedimientos neuroquirúrgicos es poca en relación con otros países y que el pronóstico depende de un diagnóstico temprano y manejo oportuno.

Palabras clave: Neuroanestesia; Posición; embolismo aéreo.

SUMMARY

134 patients undergoing neurosurgical procedures at "Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía", were studied in order to determine the incidence of arterial air embolism related with patient's position. There were no statistically differences between the sitting and prone positions.

It was concluded that the incidence of arterial air embolism in México City is low compared with other countries, and the prognosis depends about the early diagnosis and adequate management.

La elección de la posición del paciente neuroquirúrgico que será sometido a exploración de fosa posterior o laminectomía cervical ha significado desde hace muchos años un tema de controversia entre los diferentes grupos de anestesiólogos y neurocirujanos y para llevarla a cabo debemos conocer las ventajas y desventajas que ofrecen la posición horizontal (especialmente la prona) y la posición sedente en este tipo de procedimientos.

Las principales ventajas de la posición sedente son: acceso quirúrgico óptimo, disminución del sangrado a nivel del campo quirúrgico, retorno venoso adecuado, disminución de la presión intracraneana (PIC), ventilación sin restricción al permitir una expansión torácica

adecuada, ya que se ha comprobado que existe una mejor distensibilidad en esta posición en relación con las posiciones horizontales;¹ además el anestesiólogo tendrá acceso al paciente en caso de obstrucción del tubo endotraqueal, acodamiento y otros problemas. Entre las desventajas de la posición sedente destaca el embolismo aéreo que sin embargo no es exclusivo de dicha posición ni de los procedimientos neuroquirúrgicos, ya que existen varios reportes de esta complicación en eventos tales como histerectomías abdominales, cirugía de cadera, liberación de bridas abdominales, etc. que datan de 1946 a la fecha.²

Otras complicaciones potenciales en los pacientes

*Médico Anestesiólogo. Hospital de Pediatría, CMN.

**Médico Jefe INNN.

***Médico Anestesiólogo INNN.

Trabajo realizado en el Departamento de Anestesiología del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía.

Recibido: 13 de junio de 1987. Aceptado: 20 de enero de 1988.

Sobretiros: Laura Romay-Morales. Retorno 406-A No. 12, Col. Unidad Modelo. México 09090, D.F.

intervenidos en posición sedente son la hipotensión postural, la compresión bulbar, la compresión y necrosis de los sitios de apoyo y la elongación del nervio ciático.³

La hipotensión postural se asocia frecuentemente con un estado físico pobre, así como con un volumen circulatorio disminuido, principalmente en aquellos pacientes que llegan al quirófano depletados por el tratamiento preoperatorio recibido. En este caso la conducta a seguir es la reposición del volumen intravascular del paciente a base de soluciones coloides (tipo dextrán) o cristaloides previa al cambio de posición el cual debe realizarse en forma gradual con monitoreo continuo de los cambios en la tensión arterial, la frecuencia cardíaca y la presión venosa central (PVC), sin olvidar el vendaje elástico de extremidades inferiores que de hecho se lleva a cabo en todos los pacientes quirúrgicos.⁴

Las ventajas de esta posición consisten básicamente en que el riesgo de embolismo aéreo y el grado de hipotensión son menores, sin embargo debemos tener presente que si la cabeza del paciente es elevada para disminuir la congestión venosa y en consecuencia el sangrado del campo quirúrgico, la incidencia de embolismo aéreo puede aumentar en forma proporcional al grado de elevación de la cabeza; se han reportado casos de embolia aérea con un gradiente gravitacional tan pequeño como 5 cm. y Albin⁵ en 1978 detectó esta complicación en el 11% de 118 pacientes neuroquirúrgicos intervenidos en posición lateral, supina o prona y en el 25% de 400 pacientes colocados en posición sedente.

MATERIAL Y METODO

Se realizó la revisión de 134 intervenciones neuroquirúrgicas correspondientes al periodo comprendido entre enero de 1980 y enero de 1984; de estos 134 casos 90 correspondieron a craneotomías suboccipitales, 42 a laminectomías cervicales, 1 a reducción de columna cervical y 1 a meningo-plastia.

El número de pacientes estudiados fue de 125, 61 del sexo femenino y 64 del sexo masculino; la edad osciló entre 11 y 71 años. El 76.8% de los pacientes fueron operados en posición sedente, el 14.9% en posición prona y el 8.2% en decúbito lateral.

Las técnicas anestésicas utilizadas fueron diversas y se encuentran ennumeradas en el cuadro I. En el 92.5% de los casos se utilizó N₂O en concentración de 50 a 60%.

El monitoreo transanestésico consistió en:

a) Estetoscopio esofágico en todos los casos.
b) Catéter venoso central en el 98.5% de los cuales el 47% fueron monitorizados mediante electrocardiografía siendo posicionados en tercio superior o medio de aurícula derecha.

c) Doppler con unidad precordial en el 35%.

d) PAM y determinación de gases en sangre arterial en la mayoría de los casos.

e) Cardioscopio para registro continuo de la derivación DII en todos los casos.

f) Esfigmomanómetro en todos los casos.

g) Termómetro electrónico en todos los casos.

h) Gasto Urinario en el 82%.

i) EEG en el 8.2%.

La ventilación fue controlada en todos los pacientes ya sea en forma manual o mecánica, manteniendo con alcalosis respiratoria leve o moderada a los pacientes sometidos a exploración de fosa posterior.

En todos los casos se realizó vendaje elástico de extremidades inferiores, así como protección de plexos y sitios de apoyo.

La significancia estadística de las diferencias de incidencia de embolismo aéreo en posición sedente y en posición horizontal en nuestros pacientes fue determinada mediante la Prueba Exacta de Fisher, descartando la hipótesis nula cuando P resultara menor de .05.

RESULTADOS

La incidencia de embolia aérea fue de 5.97% para las 134 cirugías realizadas (8 casos), siendo específicamente del 6.66% en el caso de craneotomías suboccipitales (6 de 90 casos) y del 4.76% en el de laminectomías cervicales (2 de 42 casos).

De los 8 casos que presentaron esta complicación, 7 se encontraban en posición sedente y 1 en decúbito lateral izquierdo y en 4 de ellos se obtuvo aire a través del catéter central, incluyendo el que estaba en posición horizontal; 3 de estos pacientes fueron monitorizados con Doppler y en 1 se detectó la presencia de "ruidos en rueda de molino" a través del estetoscopio esofágico. La cantidad de aire aspirado fue variable y no superó los 10 ml.

De los 4 casos restantes que presentaron embolismo aéreo 2 se encontraban monitorizados con Doppler, el

CUADRO I

Técnica anestésica	No. casos
Balanceada	60
Neuroleptoanestesia	20
Ataranalgesia	16
Anestesia analgésica	12
Endovenosa (Lidocaína infusión/ Fentanyl)	11
Inhalatoria	10
Disociativa (Cirugía Cervical)	4
Barbituroanalgesia	1
Total	134

cual reveló datos compatibles con embolia aérea que coincidieron con taquicardia e hipotensión arterial en uno y bradicardia e hipotensión en el otro; en este último paciente se detectaron 4 episodios de embolismo aéreo durante el transoperatorio coincidentes con sangrado profuso proveniente de vasos intracraneales; no obstante, nunca se obtuvo aire a través del catéter central; su evolución postoperatoria fue mala, ya que presentó infarto del tallo cerebral que fue corroborado en el estudio post-mortem.

Los dos últimos pacientes no fueron monitorizados con Doppler, pero la presencia de extrasístoles ventriculares en uno y de hipotensión arterial más taquicardia severas en el otro, despertaron la sospecha de embolia aérea.

La diferencia entre la incidencia de embolismo aéreo en los pacientes intervenidos en posición sedente y posición horizontal no resultó estadísticamente significativa (P mayor de .05).

El manejo de los pacientes que presentaron embolia aérea consistió en comunicación inmediata al neurocirujano para que ocluyera los sitios de entrada de aire, suspensión del N_2O , colocación del paciente en decúbito lateral izquierdo en caso de existir repercusión hemodinámica, aspiración a través del catéter central y administración de vasopresores y/o antiarrítmicos cuando fue necesario.

Los vasos identificados como vía de entrada de aire fueron: el seno occipital en dos casos y la vena mastoidea en uno; en el resto de los pacientes no se localizó con exactitud el sitio de entrada.

De los 125 pacientes estudiados, 7 presentaron hipotensión postural respondiendo adecuadamente a la administración de soluciones coloides tipo dextrán antes de llevarlos nuevamente a la posición sedente.

Además del embolismo aéreo y la hipotensión postural se presentaron otras complicaciones como hipotensión arterial por sangrado quirúrgico, alteraciones cardiovasculares secundarias a manipulación quirúrgica consistentes en: hipo e hipertensión arterial, bradicardia, taquicardia, extrasístoles ventriculares y bigeminismo que habitualmente cedieron al suspender el estímulo causal y ocasionalmente ameritaron tratamiento farmacológico.

De los 8 pacientes que cursaron con embolismo aéreo sólo uno requirió asistencia ventilatoria postoperatoria y fue reintervenido por sangrado postquirúrgico en el periodo inmediato. Los demás pacientes fueron extubados previa reversión de los efectos narcóticos y/o relajante residuales, en caso necesario y contando ya con un volumen corriente y una fuerza inspiratoria adecuados. Todos fueron trasladados a la Unidad de Cuidados Intensivos en donde fueron estrechamente vigilados por médicos de los Servicios de Anestesiología, Neurocirugía

y Neurología.

De los 7 pacientes que se extubaron en quirófano uno requirió de asistencia ventilatoria posteriormente por infarto del tallo cerebral.

De todos estos pacientes, a uno se le realizó gammagrama pulmonar y a otro determinación de enzimas séricas en el postoperatorio; en ambos casos los resultados fueron normales y la evolución clínica de los 7 pacientes que sobrevivieron fue buena en relación con los episodios transoperatorios de embolia aérea.

DISCUSION

La incidencia de embolismo aéreo en los pacientes intervenidos en posición sedente no fue significativamente diferente de la observada en los pacientes que se encontraban en posición horizontal.

Como ya se mencionó anteriormente, la incidencia de esta complicación fue del 5.97% en nuestra serie de casos; sin embargo, debemos hacer énfasis en que en el 50% de los casos no se obtuvo aire a través del catéter central y el diagnóstico se basó en la presencia de turbulencia detectada mediante el Doppler, "ruidos en rueda de molino" auscultados a través del estetoscopio esofágico o alteraciones cardiovasculares sugestivas de embolia aérea. Como podemos apreciar, nuestra incidencia se encuentra por debajo de la reportada por la mayoría de los autores; Michenfelder⁶ reporta una incidencia del 2% para procedimientos neuroquirúrgicos en general y del 4.1% para exploración de fosa posterior en 1969, encontrando en dicho estudio una incidencia de "ruidos en rueda de molino" del 11%. Marshall reporta en 1965 una incidencia de embolismo aéreo del 15%, Hunter en 1962 del 8%, Tateishi⁷ en 1972 del 22.2%, Cucchiara⁸ en 1982 del 33% en niños y del 45% en adultos. Este último autor siguió prácticamente los mismos criterios diagnósticos que nosotros, a excepción de que todos sus pacientes se encontraban monitorizados con Doppler.

Es evidente que la incidencia de embolismo aéreo en la Ciudad de México es en términos generales menor que en otros países y consideramos que esto puede atribuirse a que la presión atmosférica en este lugar es aproximadamente un 25% menor que a nivel del mar, lo cual permite que el gradiente de presión entre la atmósfera y los vasos sanguíneos sea menor, aún en posición sedente.²⁵

Queremos enfatizar que la elección de la posición de nuestro paciente neuroquirúrgico debe basarse en el estudio integral de su estado físico, especialmente desde el punto de vista cardiopulmonar, además del padecimiento de fondo y el procedimiento quirúrgico proyectado y que aún cuando se decida elegir la posición horizontal, el monitoreo debe ser tan completo como sea posible, no descartando la posibilidad de que se presente un episodio de embolismo aéreo, principalmente en

aquellos pacientes que se encuentran con la cabeza elevada. Consideramos que uno de los principales factores para la detección de esta complicación es tener presente que existe y que el inicio oportuno de las maniobras terapéuticas será de gran relevancia en la evolución clínica del paciente.

Shenkin y Goldfedder⁹ en 1969 reportaron el caso de un paciente de 47 años de edad que presentó embolismo aéreo masivo durante una craniectomía suboccipital y exéresis de una malformación arteriovenosa del hemisferio cerebeloso izquierdo realizada con el paciente en posición prona y con la cabeza elevada 10 cm. por encima del corazón. Este caso nos reafirma que el embolismo aéreo no sólo puede presentarse en un paciente intervenido en posición sedente y que las medidas encaminadas a la prevención y detección temprana de este problema debemos llevarlas a cabo en todos aquellos pacientes sometidos a exploración de fosa posterior y principalmente en los que el sitio quirúrgico involucre grandes estructuras venosas.¹⁰

La posición prona implica cambios importantes desde el punto de vista respiratorio que consisten en: disminución de la distensibilidad torácica y de la capacidad residual funcional (CRF);¹¹ además en esta posición puede existir sangrado más o menos profuso que dificulta la técnica microquirúrgica; en ocasiones el acceso quirúrgico es difícil; también existe riesgo de isquemia retiniana y ceguera por compresión orbitaria, la cual puede evitarse mediante el uso de cabezales especiales; riesgo de necrosis en puntos de apoyo como crestas ilíacas, rodillas y pene; peligro de elongación de plexos nerviosos por hiperextensión de los brazos y cuello y acceso difícil en caso de obstrucción o acodamiento del tubo endotraqueal.

De acuerdo con una investigación realizada por Campkin¹² en 37 centros neuroquirúrgicos del Reino Unido, para exploración de fosa posterior la posición sedente se utiliza en el 52.7% de dichos centros, la prona o semi-prona en el 11%. Para cirugía cervical la posición sedente se utiliza en el 30.5%, la prona, semi-prona o lateral en el 47.2% y la sedente, prona, semi-prona o lateral en el 22.3%.⁴

Walters y Torrens¹³ apoyan totalmente la utilización de la posición prona o semi-prona para procedimientos neuroquirúrgicos, mientras Campkin¹² prefiere utilizar la posición sedente, insistiendo en la importancia de la detección temprana de alteraciones cardiovasculares que le pueden ser inherentes, mediante un monitoreo adecuado.

Técnicas de Monitoreo. En el monitoreo de los pacientes neuroquirúrgicos sometidos a exploración de fosa posterior o laminectomía cervical, destaca el flujómetro ultrasónico Doppler que es 35 veces más sensible que el estetoscopio esofágico y que a través de la unidad

precordial colocada a nivel de la aurícula derecha nos indicará el paso de aire hacia las cavidades cardíacas evidenciado por la presencia de turbulencia que interrumpe los ruidos cardíacos normales. Dentro de los avances más recientes se encuentra el Doppler transesofágico que tiene la ventaja de evitar los problemas de fijación que representa la unidad precordial; no obstante la indiscutible utilidad de este aparato debemos recordar que es susceptible a la interferencia provocada por el electrocauterio.

El ECO transesofágico permite la visualización de aire en las cámaras derechas e izquierdas del corazón.¹⁴

La utilización de un cardioscopio para el registro de la derivación V₅ ó DII nos permitirá la detección de trastornos del ritmo determinando sus características; más adelante mencionaremos los cambios cardiovasculares que pueden presentarse durante la cirugía intracraneal.

El estetoscopio esofágico nos permite un monitoreo continuo de los ruidos cardíacos que habitualmente no es factible realizar mediante el Doppler y además podemos detectar la presencia de turbulencia o de "ruidos en rueda de molino" que nos hará sospechar el paso de aire hacia la circulación.

La utilización de un catéter intraarterial nos brinda la posibilidad de registrar la presión arterial media (PAM), así como de obtener muestras para determinación de niveles de gases en sangre; si colocamos el transductor a nivel del vértex del paciente podemos inferir la eficiencia de la perfusión cerebral, de acuerdo a las cifras obtenidas de PAM. El registro transoperatorio del Electroencefalograma (EEG) nos dará la información indirecta sobre el flujo sanguíneo cerebral (FSC). Al utilizar un capnógrafo conoceremos la concentración espirada de CO₂ que en caso de embolismo aéreo disminuye, permitiendo así la elaboración de un diagnóstico diferencial objetivo y de interpretación rápida y sencilla entre los cambios cardiovasculares secundarios a embolia aérea y aquellos debidos a un reflejo vaso-vagal.¹⁵

Dentro de las aportaciones más novedosas en lo que a monitoreo se refiere, se encuentra el espectrómetro de masa que nos informa sobre la concentración espirada de Nitrógeno, ya que en estudios experimentales se ha demostrado que existe una correlación directa entre la cantidad de aire embolizado y la disminución de este parámetro.¹⁶

Diferentes autores (Michenfelder, Albin, Babinski, etc.) se han dedicado especialmente al estudio de métodos auxiliares en la detección temprana de las complicaciones que pueden acompañar a la posición sedente, insistiendo en la importancia de instalar un catéter venoso central, aportando interesantes datos sobre la posición que debe darse a dicho catéter para lograr la extracción total y efectiva de aire en caso de embolia aé-

rea. Estudios recientes confirman que la efectividad de la aspiración en estos casos parece ser mayor cuando el catéter está situado en tercio superior o medio de aurícula derecha.

La posición del catéter central puede registrarse radiológica o electrocardiográficamente; en el registro electrocardiográfico de la derivación II o una de las precordiales observaremos cambios en la onda P conforme avanzamos el catéter, de tal forma que inicialmente será negativa, indicando que nos encontramos en vena cava superior, adoptando configuración bifásica conforme entramos a la aurícula derecha.^{6, 17}

Finalmente se ha recomendado la utilización de un catéter de Swan-Ganz que permite realizar el diagnóstico de embolismo aéreo antes de que existan cambios clínicos y determinar la magnitud del émbolo de acuerdo a la elevación de la Presión Arterial Pulmonar (PAP); además de ser posible la aspiración de aire, el retorno de la PAP a niveles basales indicará la efectividad de las medidas terapéuticas y la posibilidad de continuar con el procedimiento quirúrgico;¹⁸ no obstante su utilidad, debemos tomar en cuenta que esta técnica es considerablemente invasiva.

La administración transanestésica de oxígeno al 100% evitará que en caso de presentarse aspiración de aire el émbolo sea expandido por el óxido nitroso (N_2O); desde 1966 Munson y Merrick llamaron la atención sobre el efecto del N_2O en relación con el volumen del aire embolizado;⁴ además las posibilidades de Neumocéfalo Hipertensivo Postoperatorio serán menores.¹⁹

Cambios cardiovasculares relacionados con la posición sedente. Es imprescindible conocer los cambios cardiovasculares que existen en esta posición, en cuyo caso el Electrocardiograma (ECG) juega un papel muy importante al hacer posible su estudio y diagnóstico. Whitby, en 1963 estudió los cambios electrocardiográficos en 80 pacientes sometidos a cirugía de fosa posterior, estando colocados todos en posición sedente. Además realizó una revisión de las alteraciones electrocardiográficas producidas en forma experimental por otros autores. El menciona que básicamente el desarrollo de las arritmias durante la anestesia depende de dos factores: la existencia de un estímulo de naturaleza variable y la sensibilidad del corazón a dicho estímulo. Esta sensibilidad puede ser incrementada por la hipoxia, la retención de bióxido de carbono (CO_2) y los agentes anestésicos.

Howland y Paper en 1952 establecieron que las irregularidades cardíacas durante la cirugía intracraneal pueden ser inducidas por estimulación de la duramadre o por giro del uncus, así como por cambios súbitos en la PIC. La bradicardia puede ser ocasionada por estimulación del cuarto ventrículo o del nervio trigémino. El co-

lapso súbito durante la cirugía de fosa posterior puede ser consecuencia de la interferencia quirúrgica de los centros cardíaco y vasomotor a nivel del tallo cerebral o de los nervios noveno y décimo en su vecindad, ya sea por estimulación directa o por interferencia en su irrigación.

En posición sedente cualquier arritmia que induzca ineficiencia circulatoria puede producir hipoxia cerebral secundaria a cambios en la presión de perfusión cerebral; ésta puede prevenirse mediante un retorno inmediato del paciente a la posición horizontal. Un reflejo vaso-vagal o una hemorragia severa pueden tener el mismo efecto. Es importante mencionar que cuando se presenta una embolia aérea la cantidad de aire presente en la circulación no necesariamente ha de ser abundante para provocar repercusión hemodinámica y que algunos autores han demostrado mediante estudios con radioisótopos, la existencia de trastornos en la perfusión y edema intersticial a nivel pulmonar en casos de aspiración de cantidades tan pequeñas como 1.5 ml.¹⁰ Cuando la cantidad de aire embolizado alcanza grandes volúmenes se puede presentar insuficiencia cardíaca inmediata, pudiendo evolucionar hacia edema pulmonar o paro cardíaco.

Dalrymple²⁰ encontró cambios hemodinámicos significativos en pacientes que fueron llevados de decúbito dorsal a posición sedente que consistieron en: disminución del volumen de eyección, disminución del índice cardíaco, disminución de la presión parcial de oxígeno arterial y del corto-circuito pulmonar, elevación significativa de la diferencia alveolo-arterial de oxígeno y elevación significativa de la resistencia periférica total. Como podemos apreciar estos pacientes no desarrollaron taquicardia compensatoria, lo cual puede deberse al efecto vagotónico del fentanyl a base del cual fueron manejados. Todos estos cambios ocurrieron en pacientes sin evidencia clínica de enfermedad cardiovascular, por lo que estos autores concluyeron que aún en presencia de una presión arterial dentro de límites normales, mantenida gracias a mecanismos compensatorios, puede existir una perfusión tisular inadecuada o límite.

De aquí que en aquellos pacientes viejos, hipertensos, cardiopatas o bien en los cuales se ha demostrado una pobre reserva cardíaca, la posición sedente puede estar contraindicada.

De todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que cuando se presenta un trastorno cardíaco ya sea ritmo nodal, extrasístoles ventriculares, bigeminismo, etc., debe valorarse su repercusión hemodinámica y tratar de suspender el estímulo causal antes de utilizar de primera intención una droga antiarrítmica.

Maurice Albin²¹ reportó que en una revisión de 400 pacientes sometidos a procedimientos neuroquirúrgicos en posición sedente, dos de ellos desarrollaron in-

farto del miocardio dentro de las 24 horas posteriores a la cirugía, siendo los dos mayores de 60 años de edad.

Patrón respiratorio. Se ha dicho que en los pacientes sometidos a exploración de fosa posterior o laminectomía cervical en posición sedente, los trastornos en esta esfera son útiles en la detección temprana de isquemia regional cerebral (Hewer; Hunter); sin embargo se ha posido concluir que los cambios cardiovasculares casi siempre preceden a los respiratorios (Orosz). Por lo tanto, las alteraciones cardiovasculares en presencia de un plano anestésico y una volemia adecuados, deben ser indicativas de una alteración a nivel de los centros vitales, más que la aparición de una arritmia respiratoria.²²

Michenfelder, Gronert y Rehnder han apoyado este concepto.¹²

Es evidente la desproporción existente entre las ventajas relativas que ofrece la ventilación espontánea en un paciente neuroquirúrgico intervenido en posición sedente y los inconvenientes derivados de la acidosis respiratoria, sea leve o moderada que habitualmente resulta de ella. La hipercarbia además de ocasionar vasodilatación a nivel cerebral por cambios en el pH del líquido perivascular frecuentemente ocasiona latidos ventriculares ectópicos, principalmente cuando se utiliza Halotano, dificultando la discriminación exacta entre ellos y los cambios cardíacos secundarios a maniobras quirúrgicas. Además, al mantener la ventilación espontánea o asistida, la presión negativa intrapleurar aumentará el riesgo de aspiración de aire.

Finalmente, al mantener a nuestro paciente con ventilación controlada debemos recordar que durante este tipo de ventilación la hipotensión arterial es más frecuente y que ha de realizarse un control cuidadoso de los niveles de gases en sangre arterial, ya que una disminución exagerada de la presión parcial de bióxido de carbono ocasionará vasoconstricción cerebral severa, dando como resultado isquemia cerebral, la cual se agravará si coexiste hipotensión arterial.²³

Incidencia de Embolismo Aéreo. Respecto a la incidencia de embolismo aéreo reportada por diferentes autores, encontramos que varía en un amplio margen de un autor a otro. Michenfelder y cols. realizaron un estudio retrospectivo de un periodo de 7 años, durante los cuales se llevaron a cabo 2,002 procedimientos neuroquirúrgicos con los pacientes en posición sedente, encontrando que se presentaron 40 episodios de embolismo aéreo en 32 pacientes (2%); de estos 40 episodios sólo uno se presentó durante cirugía de columna cervical y el resto correspondió a cirugía de fosa posterior. De estos pacientes uno falleció una hora después de la cirugía, contando con 66 años de edad y antecedentes de infarto al miocardio reciente.⁶ Estos mismos autores reportaron una incidencia de "ruidos en rueda de molino" de 27% en 1966 y de 11% en 1969.⁷

H. Tateishi realizó un estudio prospectivo de incidencia de embolismo aéreo obteniendo los siguientes resultados; de un total de 36 pacientes de los cuales 20 fueron sometidos a craneotomía occipital, 3 a laminectomía cervical y 13 a cirugía por malformación A-V, todos ellos en posición sedente, se presentó embolismo aéreo en 8 casos (22.2%); todos los casos correspondieron a craneotomías occipitales, lo cual da una incidencia de 40% de esta complicación para este tipo de procedimiento.

El número de episodios de embolia aérea fue de 18, presentándose en más de dos ocasiones en 4 pacientes. La cantidad de aire aspirado varió entre 1 y 1003 ml. Este autor hace referencia a los reportes de Marshall en 1965 (15% de 34 casos), Hunter en 1962 (8% de 37 casos) y Michenfelder y cols., atribuyendo la amplia diferencia entre sus datos y los de estos autores a que su estudio fue prospectivo y dirigido en forma intencionada a la detección de esta complicación.⁷

Roy Cucchiara y Betty Bowers llevaron a cabo un estudio retrospectivo comparando la incidencia de embolismo aéreo en niños y adultos y no encontraron diferencias significativas entre los dos grupos de pacientes; todos ellos fueron sometidos a craneotomía suboccipital en posición sedente y la incidencia de embolismo aéreo fue de 33% en el grupo de niños y de 45% en el de adultos; sin embargo la hipotensión resultante sí fue significativamente mayor en el grupo pediátrico que en el de adultos (69% contra 36%); los autores atribuyeron dichos resultados a que el volumen de aire embolizado resulta mayor proporcionalmente en relación al volumen cardíaco de un niño que de un adulto, dando como resultado una hipotensión más acentuada.⁸

Un estudio realizado por Takashi y cols. determina las variaciones de la presión venosa intracraneal (a nivel de la confluencia de los senos duros) en relación a los cambios de posición corporal en pacientes neuroquirúrgicos: en posición sedente, en los adultos la presión llegó hasta -12.7 cm H₂O; sin embargo, en la misma posición los pacientes pediátricos (de 3/12 a 11 años de edad) no desarrollaron presiones negativas.²⁴ Dichos hallazgos están directamente implicados con la neurocirugía pediátrica, ya que pueden constituir las bases sobre las cuales se apoye la elección de la posición en este tipo de pacientes.

Tratamiento del embolismo aéreo. Las maniobras terapéuticas a realizar cuando se sospecha o se ha diagnosticado un episodio de embolismo aéreo dependerán básicamente de su repercusión hemodinámica y deben llevarse a cabo en forma prácticamente simultánea:

Oclusión de las venas abiertas.

Compresión de las venas yugulares.

Aspiración a través del catéter venoso central o de

Swan-Ganz.

Cambio de posición a decúbito lateral izquierdo.

Elevación de la presión intratorácica mediante presión positiva continua o presión positiva al final de la espiración.

Oxígeno al 100%.

Administración de vasopresores y/o drogas antiarrítmicas.

Masaje Cardíaco.

Aspiración transtorácica de aire.

REFERENCIAS

1. BEHRAKIS P K, BAYDUR A, JAEGER M J, MILLIE E J. *Lung Mechanics in Sitting and Horizontal Body Positions*. Chest 1983; 4:643-646.
2. ALBIN M S, BABINSKI M F, GILBERT J, SMITH S L. *Venous Air Embolism is not Restricted to Neurosurgery*. Anesthesiology 1983; 59:151.
3. SHAPIRO H M. *Neurological Anesthesia and Intracranial Hypertension*. Miller R D Anesthesia. 1a. Ed. New York. Churchill Livingstone. 1981. Pág. 1079-132.
4. GREENBAUM R. *General Anaesthesia for Neurosurgery*. Br J Anaesth 1976; 48:773-781.
5. ALBIN M S, CARROLL R G, MAROON J C. *Clinical Considerations Concerning Detection of Venous Air Embolism*. Neurosurgery 1978; 3:380-384.
6. MICHENFELDER J D, MARTIN J T. Air Embolism During Neurosurgery. JAMA 1969; 208:1353-1358.
7. TATEISHI H. *Prospective Study of Air Embolism*. Br J Anaesth 1972; 44:1306-1310.
8. CUCCHIARA R F, BOWERS B. *Air Embolism in Children Undergoing Suboccipital Craniotomy*. Anesthesiology 1982; 57:338-339.
9. SHENKIN H N, GOLDFEDDER P. *Air Embolism From Exposure of Posterior Cranial Fossa in Prone Position*. JAMA 1969; 210:726.
10. FROST E A M. *Some Inquiries in Neuroanesthesia and Neurological Supportive Care*. J Neurosurg 1984; 60:673-686.
11. POSNER A, BRODY D, RAVIN M. *Effect of Prone Position with Constant Volume Ventilation on PaO₂ in Man*. Anesth Analg 1965; 44:435-439.
12. CAMPKIN V. *Posture and Ventilation During Posterior Fossa and Cervical Operations*. Br J Anaesth 1981; 53:881-884.
13. WALTERS F, TORRENS M J. *Posterior Fossa Surgery*. Br J Anaesth 1982; 54:363.
14. CUCCHIARA R. *Monitoring and Management of the Anesthetized Patient in the Sitting Position*. 34th Annual Refresher Course Lectures and Clinical Update Program 1983; 217:1-5.
15. THURLOW A C. *Use of Capnography in the Differential Diagnosis of Acute Cardiovascular Changes During Posterior Fossa Exploration in the Sitting Position*. Br J Anaesth 1981; 53:313.
16. MATJASKO M J, PETROZZA P H, COHEN M A, MACKENZIE C F. *The Sensitivity of End-Tidal Nitrogen in the Detection of Bolus Venous Air Embolism in Dogs*. Anesthesiology 1984; 61 (suppl): 337.
17. IGARTUA G J, MURILLO T C. *Derivación Ventriculo-Auricular Controlada Mediante Osciloscopia*. Rev Inst Nac Neurol 1968; 2:52-55.
18. TOUNG T, DONHAM E T, LEHNER A, ALANO J, CAMPBELL J. *Tension Pneumocephalus After Posterior Fossa Craniotomy: Report of Four Additional Cases and Review of Postoperative Pneumocephalus*. Neurosurgery 1983; 12:164-168.
19. WHITBY J D. *Electrocardiography During Posterior Fossa Operations*. Br J Anaesth 1963; 35:624-630.
20. DALRYMPLE D G, MACGOWAN S W, MACLEOD G F. *Cardiorespiratory Effects of the Sitting Position in Neurosurgery*. Br J Anaesth 1979; 51:1079-1081.
21. ALBIN M S, BABINSKI M, WOLF S. *Cardiovascular Responses to the Sitting Position*. Br J Anaesth 1980; 52:961-962.
22. LALL N G, JAIN A P. *Circulatory and Respiratory Disturbances During Posterior Cranial Fossa Surgery*. Br J Anaesth 1969; 41: 447-449.
23. MILLAR R A. *Neurosurgical Anaesthesia in the Sitting Position*. Br J Anaesth 1972; 44:495-505.
24. IWABUCHI T, SOBATA E, SUZUKI M, SUZUKI S, YAMASHITA M. *Dural Sinus Pressure as Related to Neurosurgical Positions*. Neurosurgery 1983; 12:203-207.