Monitoreo en Neuroanestesia

Dr. Julio Plaza (1)

(1) Departamento de Anestesiología
Instituto Oncológico Nacional "Dr. Juan Tanca Marengo", ION-SOLCA

Abstracto

En el monitoreo neuroanestésico se utilizan parámetros hemodinámicos standard como es el electrocardiograma por las variaciones de frecuencia que se pueden presentar en la inducción anestésica, transoperatorio y postoperatorio; la presión arterial no invasiva útil en jóvenes robustos, presión arterial invasiva para cirugías de alto riesgo por variaciones bruscas de la presión arterial y/o la necesidad de hipotensión controlada, la saturación de O2 continuo así como los gases arteriales, la capnografía que es un parámetro importante para manejar el CO2 en la hiperventilación en pacientes que se desea provocar una vasoconstricción de las arterias cerebrales, y así disminuir el flujo sanguíneo cerebral. Otros medios, como la presión venosa central para el cálculo de la volemia y llenado cardíaco, ó más específicos como el doppler precordial para el diagnóstico de embolia aérea venosa, y la ecocardiografía transesofágica cuya idoneidad se está evaluando debido a su alto costo. Adicionalmente, otra opción en investigación es el nitrógeno teleespirado. El monitoreo neurofisiológico ha dado un vuelco en lo que se refiere al monitoreo de áreas del sistema nervioso central, que al recibir una injuria quirúrgica, pueda ser protegido de un daño permanente, o de ser posible que sea mínimo. En la actualidad se cuenta con los potenciales evocados sensoriales y los potenciales evocados motores, que cuentan con datos ya establecidos de alarma durante una injuria quirúrgica, se encuentran en investigación los potenciales evocados motores con estimulación magnética transcraneal, que aumentarían la especificidad del monitoreo neurofisiológico.

Palabras Claves: Neuroanestesia. Monitoreo. Capnografía. Doppler. Potenciales evocados.

Correspondencia y Separatas
Dr. Julio Plaza Rubio
Departamento de Anestesiología, ION-SOLCA
Avda. Pedro Menéndez Gilbert
Ciudadela La Atarazana
P.O. Box: 5255 6 3623
Guayaquil - Ecuador
Telf.: 288-088 Fax: (593-4) 287-151

© Los derechos de autor de los artículos de la Revista Oncología pertenecen a la Sociedad de Lucha contra el Cáncer SOLCA, Sede Nacional, Guayaquil - Ecuador

Abstract

The neuroanesthesical monitoring included hemodinamics parameters like ECG for variation in frecuency and rhythm that can be present during anesthesia induction transoperative and postoperative, the non invasive arterial blood pressure for normal young patients, invasive arterial blood pressure in high risk surgery for sudden variations in blood pressure and for controlled hypotention, continuos oxygen saturation and arterial blood gasses, capnography which is a important to manege the CO2 during hyperventilation in patients who needs cerebral arterial vasoconstriction to reduce the cerebral blood flow. Others parameters like central venous pressure to calculate volemia and cardiac filling, for more specific monitoring the precordial Doppler for venous aerial emboli, the transesof gic echocardiography which is under study for cost- benefit, the telexpiratory nitrogen which is under scientific investigation. The neurofisiologic monitoring have changed the central nervous system control, which can be protected against a surgical damage that can be permanent or at less minimum. Currently we can find the sensorial evoked potentials and the motor evoked potential, this potentials have proved their utility to prevent surgical injury, the MEP with transcranial magnetic stimulation are under investigation and they will enhance the specificity in neurofisiologic monitoring.

Key words: Neuroanesthesia. Monitoring. Capnography. Doppler. Evoked Potentials.

Introducción

El manejo del paciente neuroquirúrgico es complejo, puesto que muchas circunstancias adversas pueden confluir en un mismo instante. El anestesiólogo junto con todo el equipo quirúrgico deben trabajar en conjunto para evitar estos eventos que pueden ser en algún momento fatales.

El monitoreo es el arma más poderosa con la que cuenta el anestesiólogo y es una de las claves en la evolución de esta especialidad. El sistema de control minuto a minuto de los cambios hemodinámicos, ventilatorios y electrofisiológicos, han logrado influir de un modo directo, por ejemplo sobre el campo quirúrgico disminuyendo el edema cerebral por medio de la hiperventilación, manejando cifras de CO2 compatibles con un flujo sanguíneo cerebral adecuado, así como la detección temprana de embolia aérea venosa gracias al doppler precordial o a la ecocardiografía transesofágica, las alteraciones en las ondas de los potenciales evocados (PE) las cuales son muy importantes guías para el cirujano y así detener alguna maniobra quirúrgica que pudiese lesionar un nervio ó centro nervioso, lo que podría llevar a una lesión reversible y en el peor de los casos irreversible. Si bien es cierto todos estos parámetros ayudan al paciente a terminar con éxito la intervención quirúrgica, aún existe mucho por investigar en lo que a monitoreo se refiere, hay entusiasmo en cuanto al monitoreo neurofisiológico y de embolia aérea. A continuación analizaremos cada uno de ellos y su relevancia en el monitoreo transquirúrgico en neurocirugía.

Monitoreo en Neuroanestesia

En un centro oncológico existen diferentes tipos de patologías neuro-oncológicas que van desde pequeños tumores óseos hasta grandes tumores intracraneales, cada cirugía tiene problemas inherentes a la patología en sí, con trastornos neurológicos eléctricos, metabólicos, de presión intracraneana y por el flujo sanguíneo cerebral; el monitoreo transquirúrgico está en relación directa a ellos, en esta sección haremos una revisión de los diferentes tipos y técnicas de monitoreo utilizados en Neuroanestesia.

El procedimiento neuroquirúrgico bajo anestesia general requiere una extensa bateria de equipos para monitoreo invasivo y no invasivo.

Uno de los más grandes retos de la medicina es el manejo del metabolismo y flujo sanguíneo cerebral, que se encuentran alterados en los pacientes con tumores cerebrales, unos en mayor y otros en menor proporción, existen drogas utilizadas en anestesia neuroquirúrgica que proporcionan un cierto grado de protección del cerebro, pero esto no es suficiente puesto que existen otras condiciones dentro del procedimiento anestésico y del procedimiento quirúrgico que unidos suman factores de riesgo que pueden llevar a consecuencias fatales en el postoperatorio, y por esto el monitoreo debe ser utilizado como un arma protectora y a la vez pronostica del paciente sometido a cirugía del sistema nervioso central (SNC).

El Monitoreo rutinario electrocardiográfico

Se lo utiliza para controlar el efecto de los anestésicos sobre la función cardiaca durante el procedimiento anestésico el cual puede producir cambios en la frecuencia cardiaca y/o arritmias dependiendo si el paciente tiene o no un fondo patológico cardiaco, estos cambios en el ritmo y la frecuencia cardiaca pueden ser causados, por la manipulación quirúrgica de ciertos centros nerviosos e incidir en el pronóstico postoperatorio del paciente, porque afectan directamente el flujo arterial cerebral provocando su disminución y agravando el grado de isquemia cerebral, o por el contrario aumenta la presión intracraneal, facilitando el sangrado o ruptura de un aneurisma cerebral si este es el caso, además de las posibles complicaciones cardíacas como isquemia o infarto, o la instalación de una arritmia de difícil manejo, que pueda comprometer la integridad del paciente.

El Monitoreo de la presión arterial

Se hace con un esfignomanómetro de manera rutinaria en pacientes jóvenes y robustos, si es de edad avanzada o se prevé que el paciente va a tener una gran pérdida de volumen hemático, si el tumor cerebral es de gran tamaño, si va haber una descompresión brusca, si va a ser una cirugía muy extensa, en cirugías que necesita excesiva retracción cerebral, en cirugías de aneurisma cerebral en que se usa hipotensión controlada, en riesgo de EAV, si la presión intracraneal (PIC) está elevada; será necesario una medición de presión arterial invasiva y la colocación de un catéter en la arteria radial es lo común.

Cuando se registra la presión arterial intravascular, el "cero" se establece colocando el transductor a la altura de la punta más alta del cráneo, estos detalles relacionados con el cálculo de la PPC en posición sentado sedestación en la cual pequeños cambios como 5-10 mmHg por debajo del umbral crítico del FSC (flujo sanguíneo cerebral) puede causar isquemia cerebral si se mantiene

por períodos prolongados, la colocación del transductor en posición supina se la realiza a nivel de la aurícula en relación al tórax.

Detección de embolismo aerovenoso

Analizaremos brevemente diferentes técnicas muy sensibles, con capacidad de detectar la presencia de aire intracardíaco en ausencia de cambios cardiopulmonares medibles, e incluye métodos de monitorización especialmente utilizados para la detección de alteraciones cardiopulmonares, secundarias a la entrada masiva de aire en la circulación.

Presión venosa central

La PVC tiene múltiples funciones, por ejemplo en los lugares en los que no contamos con una medición directa de la PIC, es posible utilizar este valor para que junto a la presión arterial media podamos tener una referencia de lo que está sucediendo con el flujo sanguíneo cerebral, además que en ausencia de un catéter pulmonar de SWAN-GANZ nos dará un valor referencial de como se encuentra la volemia del paciente.

En lo que se refiere a la EAV, la punta del catéter debe estar colocada en la unión de la vena cava con la aurícula derecha, en nuestro centro la colocación se la realiza por vía yugular interna, para lo cual no recurrimos a la posición de Trendelemburg justamente para evitar el mal drenaje de las venas cerebrales, el procedimiento es breve de 5-15 minutos de tal forma que no se pierda mucho tiempo en su colocación y se obtiene una vía óptima que pueda perdurar mucho tiempo en la unidad de cuidados intensivos (UCI). Debe evitarse la cateterización del ventrículo derecho para evitar arritmias. La utilidad de estos catéteres es en la EAV, determinado por el volumen y la rapidez de entrada del aire. Un embololismo masivo y brusco origina una gran bolsa de aire que puede ser extraída parcialmente a través de estos catéteres, en cambio pequeños volúmenes de aire con entrada paulatina es más difícil de ser extraídos, debido a que las pequeñas gotas de aire buscan caminos diferentes al orificio en la punta del catéter.

Actualmente existen en otros mercados, más no en el nuestro; catéteres con múltiples orificios, con balón ó, justamente para facilitar la evacuación de las burbujas.

En lo referente a la colocación del catéter se puede hacer un control radiológico en la noche previa; o con un control electrocardiográfico gracias a la colocación de un electrodo en la punta del catéter, ambas formas de control pueden tener el riesgo de desplazamiento al movilizar al paciente. En presencia de EAV la presión venosa central aumenta bruscamente, lo cual es un signo diagnóstico de la misma y la función principal del catéter es la de aspiración del émbolo ó los émbolos de aire (23-26).

Monitores sensibles y funcionalmente útiles en la detección temprana de EAV

El doppler precordial, mejoró mucho el diagnóstico de EAV, antes de éste los estudios señalaban una incidencia de 1 al 15%. Black y colaboradores realizaron un estudio con el doppler, revisaron 579 casos de cirugía de fosa posterior, en el 58% de los pacientes fueron colocados en posición sédente y el resto en posición horizontal, y se observó que en la posición sédente se presentó EAV en el 45% de los casos y 12% en la posición horizontal. Existen muchos otros estudios que demuestran la sensibilidad del doppler en el diagnóstico de aire intracardíaco. En circunstancias óptimas la sonda doppler debe colocarse en el borde paraesternal derecho entre la tercera y el sexto espacio intercostal, para llevar al máximo las señales de la aurícula derecha, la colocación exacta se verifica por la inyección rápida de solución salina, el doppler puede detectar hasta 0.25 ml de aire intracardíaco (26).

Cuando el sistema doppler indica la existencia de embolismo gaseoso, la extracción del aire se hace a través del catéter venoso central, sólo tiene éxito en un 50% de los casos. Los sistemas doppler comercializados generan y detectan una señal ultrasónica (de cerca de 2.0 a 2.5 Hz) reflejada por los hematíes circulantes y por las estructuras cardíacas y es convertida en una señal audible. El flujo sanguíneo produce sonidos de alto tono a modo de silbido, mientras los movimientos del miocardio y válvulas son de tono bajo y de menor duración. El aire es un excelente reflector acústico; su paso a través del campo de detección del sistema doppler es anunciado por el cambio de los sonidos habituales, sibilantes y regulares, a otros erráticos y más ruidosos. En la práctica, los ultrasonidos reflejados son convertidos en sonidos audibles y reproducidos a través de un par de audífonos con un parlante. La mayor dificultad que presenta su aplicación en el quirófano es la interferencia oca-

sionada por el ruido de la radiofrecuencia procedente de los equipos de electrocauterización. Este problema se evita con un circuito de interrupción ó cierre, activado por las ondas de radiofrecuencia emitidas por dichos equipos. Cuando este circuito se activa, algunos sistemas doppler ya no funcionan como detectores de burbujas, otra dificultad en su uso se presenta en pacientes que tienen aumentado el diámetro anteroposterior del tórax puesto que puede aumentar el espacio entre la caja torácica donde se encuentra el doppler y las estructuras cardíacas pudiéndose presentar dificultades en la percepción de la entrada de aire (23).

Ecocardiografía Transesofágica

La proximidad del esófago y la aurícula derecha han hecho pensar que podría resultar fiable la monitorización del EAV desde el interior del mismo. En la detección de EAV, la ecocardiografía transesofágica (ETE) es alrededor de 5 a 10 veces más sensible que los sistemas doppler. Dado que la ETE proporciona una representación visual del aire localizado tanto en el corazón derecho como en el izquierdo, puede diagnosticar también el EAV paradójico. Este monitor se emplea para identificar la presencia de un foramen oval permeable, al detectar un embolismo aéreo paradójico, cuando se aplica junto a una prueba de provocación con suero fisiológico agitado con aire y con presión positiva en las vías aéreas.

La principal desventaja de la ETE radica en su escasa especificidad, dado que detecta también los émbolos grasos y los microémbolos de sangre. Sin embargo, este inconveniente tiene poca importancia, pues el contexto clínico en el que se aplica es ya bastante específico en lo que respecta al probable origen de la embolia. Sin duda, en el futuro se utilizará cada vez más la ETE para la detección del EAV en pacientes con situaciones de alto riesgo (23).

Nitrógeno Telespiratorio

El análisis por espectrometría de masas de los gases telespiratorios permite también la detección del nitrógeno, que es el principal componente del aire. Según la velocidad de perfusión del aire, varios estudios han demostrado que, en la monitorización del EAV, el nitrógeno telespíratorio (ETN2) posee una sensibilidad igual ó superior a la de la monitorización del ETCO2. Aunque en los casos de émbolos pequeños, el análisis del ETN2 quizás no ofrezca ventaja sobre la determinación de ETCO2, parece que la detección con nitrógeno es más sensible cuando han entrado en la circulación grandes cantidades de aire. En la actualidad, al modificar los espectrómetros de masas se han conseguido pocas ventajas (mejora la lectura de la escala de sensibilidad a bajo nivel). Cuando se disponga de espectrómetros con posibilidad de detectar los bajos niveles de nitrógeno, el anestesiólogo tendrá a su alcance otro método bastante específico para monitorizar el EAV (23).

La Capnografía

Al monitoreo de CO2 expirado, actualmente se lo considera un procedimiento de rutina en anestesia general, y es el caso para Neuroanestesia.

En condiciones normales la respuesta de la vasculatura cerebral está dada por los cambios en la presión de perfusión cerebral y relacionada al tono vascular preexistente, el cual está modulado por diferentes factores como la actividad simpática, metabolismo cerebral, niveles de PCO2 arterial y sustancias vasoactivas como es en este caso los fármacos anestésicos (24).

El CO2 es un potente modulador de la resistencia cerebrovascular y el flujo sanguíneo cerebral (FSC) (11). La hipercapnia arterial dilata los vasos sanguíneos cerebrales, disminuye la resistencia vascular-cerebral y aumenta el FSC. Por el contrario, la hipocapnia contrae los vasos cerebrales, aumenta la resistencia cerebrovascular y disminuye el FSC (12,13). Los cambios en los FSC durante los cambios en la PaCO2, están asociados a un cambio no lineal del volumen sanguíneo cerebral. El cambio dinámico de los vasos cerebrales ocurre en las pequeñas arterias y arteriolas penetrantes corticales y tisulares. Sin embargo, grandes arterias han sido involucradas en la regulación de la resistencia cerebrovascular (24).

El CO2 es uno de los mayores productos del metabolismo oxidativo, la reactividad cerebrovascular al CO2 ha sido tradicionalmente considerada como el mecanismo más importante del control flujo-metabolismo. La reactividad cerebrovascular al CO2 es definida como el cambio del FSC por unidad de cambio de la PaCO2. En individuos normotensos, el cambio en el FSC es lineal a los cambios de bióxido de carbono dentro de la PaCO2. Entre 25 a 75 mmHg, con un cambio del FSC de 3-5% por cada mmHg de PaCO2, más allá de éstos límites no habrá fluctuaciones en el FSC. Una hiperventilación profunda puede disminuir el FSC hasta por debajo del límite de isquemia. Estudios animales han mostrado que,

la hiperventilación por debajo de 25 mmHg de PaCO2 disminuye la saturación venosa de O2, aumenta la extracción de O2 y concentración de ácido láctico en el tejido cerebral y el líquido cefalorraquídeo (14). De tal manera que el paciente que necesita hiperventilación transquirúrgica debe mantenérselo entre 28-30 mmHg de PaCO2 para no llevar a límites críticos el flujo sanguíneo cerebral. Estos pacientes necesitan un monitoreo continuo del CO2 teleexpiratorio (ETCO2), y existen en el mercado muchas marcas con diferente tecnología y por supuesto costos, lo importante es hacer un control frecuente de la PaCO2 para la confirmación de los datos del monitor puesto que se pueden presentar variaciones entre el ETCO2 y el PaCO2.

Otra utilidad del monitoreo del ETCO2 es la detección del embolismo aéreo. Cuando aumenta el volumen del aire introducido por unidad de tiempo, este atraviesa el corazón, pasa al sistema arterial pulmonar y queda localizado en la microcirculación pulmonar, se reduce de forma progresiva la perfusión pulmonar en relación con la ventilación, lo cual determina un aumento en el espacio muerto fisiológico y, por consiguiente una mayor dilusión del CO2 expirado. Como resultado, disminuye la concentración de ETCO2. La monitorización continua del CO2 teleespirado, puede detectar embolismo aéreos subclínicos, es decir que, aún no han producido disminución de la presión arterial.

En ausencia de embolismo aéreo, si la reducción de la presión arterial es bastante manifiesta produce un aumento del espacio muerto fisiológico y una reducción de la ETCO2. Cuando un émbolo aéreo de gran tamaño causa una disminución simultánea de la presión arterial y del CO2 expirada, no es posible diagnosticar embolismo aéreo sólo con la ETCO2 (23).

Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio (potenciales evocados)

La indicación del monitoreo neurofisiológico durante el acto quirúrgico es para reducir el riesgo de la pérdida funcional de alguna región del SNC, y está basado en observaciones que la función del tejido nervioso usualmente cambia en una forma medible antes de sufrir un daño irreversible, y así podría revertirse el cambio producido durante la manipulación quirúrgica hacia una recuperación de las funciones perdidas, de lo contrario podría observarse un déficit neurológico permanente. La manipulación quirúrgica que podría lesionar el tejido nervioso consiste en una acción mecánica (estiramiento), calentamiento, asfixia, y este efecto podría ser de manera continua. Las causas más comunes de daño neural, están dadas por el calentamiento de la electrocoagulación por la trepanación ósea, pero la asfixia e hipoxia que se produce por la manipulación quirúrgica, el cierre transitorio de algún elemento vascular, puede conducir a un daño permanente, que se manifestaría por déficits neurológico.

Para los fines de esta revisión, los potenciales evocados incluyen los del tipo sensorial (PES) y los del tipo motor (PEM).

Bases electrofisiológicas de los potenciales evocados sensoriales (PES)

Los PES son potenciales eléctricos generados en respuesta a la estimulación de un nervio periférico craneal. Los estímulos pueden ser acústicos, eléctricos, mecánicos. Se considera que los PES son procedentes de potenciales de acción, potenciales postsinápticos graduados durante la propagación del impulso eléctrico, desde la periferia al encéfalo, y se registran sobre la piel cabelluda, y también en otros sitios de las vías anatómicas por medio de electrodos de superficie (15). Así, los PES muestran especificidad de más de un estímulo, y se relacionan con fenómenos precisos y son distintos del electroencefalograma (EEG), cuya naturaleza es irregular y aleatoria (16). La amplitud del PES es pequeña en comparación con el EEG y obliga a utilizar una computadora que promedie ó sume para extraer las señales del PES de los ruidos electroencefalográficos de fondo.

Clasificación y modalidades comunes de PES

Los potenciales evocados sensoriales son conducidos por volumen y se registran en los electrodos de la piel cabelluda en reacción de cualquier nervio periférico craneal. Los PES pueden ser de campo cercano, es decir que, el neurogenerador está colocado cerca del electrodo del registro, por ejemplo, potencial evocado cortical, de campo lejano como potencial de tallo encefálico, dado que estos últimos surgen tempranamente se los denomina potenciales evocados de latencia corta. A los potenciales evocados tardíos se los conoce como de latencia

larga (17,18). Los componentes de tallo encefálico suelen ser generados en términos de 10 ms de estímulo, y los primeros componentes corticales lo son en términos de 50 a 100 ms, dependientes del sitio de estimulación. Las tres modalidades más usadas de PES son: del tipo auditivo (PEA), somatosensoriales (PESS), y visuales (PEV).

Por definición PEV es un potencial evocado de tallo encefálico y el monitoreo de PESS suele denotar y señalar el componente cortical, por ambas modalidades tienen componentes de tallo encefálico, cortical y corticales tardíos. PEV es exclusivo cortical. Los potenciales evocados de la columna vertebral se registran desde electrodos superficiales colocados en toda la columna.

Los potenciales evocados somatosensoriales suelen registrarse sobre la corteza parietal en respuesta al estímulo eléctrico en el nervio mediano y tibial posterior contralaterales. Otros nervios periféricos que pueden utilizarse son el ciático poplíteo, crural y cubital. Los potenciales modulares se registran en los segmentos C2 C7, en la columna lumbar. El registro de estas últimas confirma la estimulación de las astas posteriores en caso de que se atenúe la respuesta cortical.

Los potenciales evocados auditivos se registran sobre el vertex ó en el punto más alto del cráneo en respuesta a estimulación monoaural biaural del nervio auditivo, y para ello suelen emplearse chasquidos sonoros, aplicados a través de audífonos transductores auriculares.

Los potenciales evocados visuales se los registra sobre el occipucio en respuesta a la estimulación visual, en el sujeto anestesiado se utilizan destellos luminosos con los párpados cerrados y para ello se utilizan anteojos diódicos con emisión luminosa. El monitoreo transoperatorio de los PEV tiene una gran variabilidad por falta de estímulo adecuado, y no se los utiliza por su poca fiabilidad en el monitoreo transoperatorio (14,20).

Bases electrofisiológicas de los potenciales evocados motores (PEM)

La estimulación eléctrica excita directamente los axones y genera una onda temprana (D) e indirectamente un componente ulterior u onda tardía (I) que es consecuencia de la activación sináptica repetitiva de las neuronas de las vías piramidales. Las ondas se registran sobre las vías piramidales en el bulbo en la vía corticoespinal contralateral. En respuesta a dichas ondas es posible registrar potenciales de acción de nervios y de músculos de las extremidades (21,22), las respuestas electromiográficas registradas se las conoce como MEPs, sin embargo la estimulación eléctrica en el individuo despierto es dolorosa.

Estimulación eléctrica intracraneal de los nervios craneales

La estimulación eléctrica intracraneal de cualquier nervio craneal con fibras motoras producirá electromiogramas registrables en los músculos que reciben sus impulsos nerviosos de los nervios craneales respectivos. El monitoreo en cuestión permite identificar y conservar las funciones de estos nervios durante técnicas quirúrgicas en la fosa posterior. Teóricamente es posible el monitoreo de los nervios craneales III, IV, V, VI, VII, IX, y XII. En la práctica se registran electromiogramas del masetero (V), orbicular de los párpados (VII), orbicular de la boca (VII), trapecio (XI), y lengua (XII) por medio de electrodos en aguja. El monitoreo de electromiogramas evocados (EMG) de los nervios craneales que están en peligro de sufrir algún daño, es una técnica perfectamente aceptada (25).

Variables importantes en el registro transoperatorio de PES

El quirófano es un medio hostil desde el punto de vista eléctrico, y cualquier pequeña fuga de corriente del equipo, como el uso del electrocauterio impide la adquisición de señales adecuadas. Otras variables de desorientación que pueden influir en los PES incluyen los agentes anestésicos, los cambios de temperatura corporal, la fluctuación de la PaCO2 y la presión arterial. La hipotermia leve es congruente con registros normales pero la disminución por debajo de 34.5ºC ocasiona disminución de la amplitud y aumento de la latencia y es imposible registrar con exactitud PESS PEA con temperaturas menores de 18ºC (25).

Influencia de la anestesia en el potencial evocado sensorial

La influencia de los anestésicos sobre los PES es variable, por ejemplo los agentes endovenosos tienen efec-

to depresivos leves excepto por el etomidato y la ketamina, los cuales aumentan el PES; los agentes inhalatorios disminuyen la amplitud y aumentan la latencia (dosis dependiente). Los PEA son relativamente resistentes a la influencia de los anestésicos, en tanto que los potenciales intermedios y de latencia larga son más susceptibles y pueden ser anulados con dosis altas de agentes inhalatorios. Los subcorticales y medulares son relativamente resistentes a la influencia de los anestésicos. Los barbitúricos y narcóticos producen cambios insignificantes sobre los PEA, pero con significancia estadística, y a pesar de ocasionar incrementos significativos en la latencia y disminución de la amplitud de los PESS, son congruentes con registros satisfactorios. En el caso del Isofluorano existe un incremento de la latencia del PEA el cual es pequeño y muestra un efecto techo con el 1% de MAC. En el caso de los PESS, estas drogas aumentan la latencia y disminuye la amplitud, y en dosis altas anula totalmente el potencial cortical (25).

Influencia de los anestésicos sobre los potenciales evocados motores

A pesar de la magnitud de los PEM, que es mayor a los PES, el monitoreo transoperatorio de estos es extraordinariamente difícil por su gran sensibilidad a los anestésicos. Sin embargo, los PEM eléctricos registrados en el espacio extradural son resistentes a la anestesia general, incluso a la acción de los miorelajantes. Con excepción de los miorelajantes, los EMG evocados de nervios craneales no son susceptibles a las técnicas anestésicas (25).

Prevención del daño neurológico

A continuación nombraremos brevemente los procedimientos quirúrgicos en los cuales los potenciales evocados pueden ayudar a prevenir daño neurológico.

Las técnicas correctoras de columna vertebral, han tenido una aceptación más rápida y amplia. La cirugía de escoliosis la instrumentación de Harrington y otros procedimientos para la columna vertebral tienen bajo riesgo de lesión neurológica pero la incapacidad resultante podría ser tan abrumadora que se necesita algunas formas de detección antes de producir un daño permanente, en estos casos se utilizan potenciales evocados corticales y medulares sobre y debajo del área quirúrgica con estimulación del ciático poplíteo y el tibial posterior, aquí son mejores los electródos intradurales y epidurales, por su menor susceptibilidad a los anestésicos inhalatorios. El monitoreo de los PESS ahorra al anestesiólogo la práctica de despertar al paciente durante la operación para valorar la movilidad de las extremidades.

En los neurinomas del nervio auditivo y otros tumores del ángulo pontocerebeloso, el monitoreo de los PEA puede ser de gran utilidad para conservar la función del octavo nervio craneal durante este procedimiento quirúrgico, y se lo considera un monitoreo sistemático en muchos centros. Rara vez se obtienen resultados falsos negativos, la desaparición y falta de retorno de los PEA, en general significa sordera unilateral. Es difícil el registro de los PEA en grandes tumores del nervio acústico, y en un estudio reportado, solo fue factible el monitoreo en el 33% de los casos, condicionado por las alteraciones funcionales preexistentes, sin embargo, su utilidad técnica está perfectamente establecida en tumores pequeños y que no han perdido la función desde el preoperatorio.

La descompresión microvascular en la fosa posterior, los nervios craneales VII y VIII pueden estar expuestos a lesión durante esta técnica, el monitoreo transoperatorio de los PEA y EMG del VII nervio es de gran ayuda para obtener una significativa baja morbilidad, atribuida a esta técnica quirúrgica.

Técnicas Neurovasculares

Su utilidad es muy variable, especialmente si no hay un área específica de monitoreo, pero puede ofrecer una alternativa más segura en el futuro en lo que respecta a:

- Colocación de grapas en aneurismas cerebrales
- Endarectomía carotídea.
- Localización cortical.
- Hipotensión inducida.
- Colocación sédente.
- Técnicas en aorta torácica.

Conclusiones

En neuroanestesiología el monitoreo hemodinámico es de vital importancia, tanto el no invasivo como el invasivo, este último tiene mayor relevancia en cirugías de alto riesgo, el monitoreo de los gases expirados tendrán una mayor especificidad cuando se cuente con un monitoreo confiable de nitrógeno telexpirado permitiendo un diagnóstico temprano de EAV. Junto a este, el uso de la ecocardigrafía transesofágica, siendo 10 veces más sen-

sible que el doppler precordial, aún se está evaluando el costo benéfico de su uso rutinario en pacientes con riesgo de EAV. Sin duda alguna lo que ha revolucionado la Neuroanestesia es el monitoreo neurofisiológico, en el cual el cirujano tiene una guía de las áreas quirúrgicas que puedan no presentar lesiones en el período postoperatorio. Existe mucho entusiasmo sobre el monitoreo de los PES combinado con PEM, y con estimulación magnética transcraneal, aunque hay que esperar datos de estudios clínicos serios acerca de resultados y pronósticos.

Bibliografía

1.- Bugenin L, Albin MS, Hesel PE, et al. Positioning the right atrial catheter: A model for reappraisal. Anesthesilogy 1981; 55:343.

2.- Colley PS, Artur AA. ECG-guided placement of Sorenson CVP catheter via arm veins. Anesth. Analg.1984; 63:953.

3.- Jackson PL. Intracardiac Catheter unnecessary in neurosurgical anesthesia. Anesthesiology 1978; 48:154.

4.- Sink JD, Comer PB, James PN, et al. Evaluation of catheter placement in the treatment of venous air embolism. Ann Surg 1976; 183:58.

5.- Hicks HC, Hummell JA. A new catheter for detection and treatment of venous air embolism. J Neurosurg 1980; 52:595.

6.- Michenfelder JD, Miller RH, Gronert GA. Evaluation of an ultrasonic device (doppler) for the diagnosis of venous air embolism. Anesthesilogy 1972; 36:164.

7.- Marroon JF, Albin MS. Air embolism diagnosed by doppler ultrasound. Anesth Analg 1974; 53: 399.

8.- Pfitzner J, McLean AG. Venous air embolism and active lung inflation at high and low CVP: A study in upright sheep. Anesth Analg 1987; 66:1127.

9.- Cuchiara RF, Seward JB, Nishimura RA, et al: Identification of patent foramen ovale during sitting position craniotomy by transesofagial echocardiography with positive airway pressure. Anesthesiology 1985; 63:107.

10.- Matjasko A, Petrozza P, McKenzie CF. Sensitivity of endtidal nitrogen in venous air embolism detection in dogs. Anesthesiolgy 1985; 63:418.

11.- Madden JA. The effect of carbon dioxide on cerebral arteries. Pharmacol Ther 1993; 59:229.

12.- Kety SS, Schmidt CF. The effects of altered arterial tensions of carbon dioxide and oxygen on cerebral blood flow and cerebral oxygen consumption of normal young men. J. Clin Invest 1948; 27:484.

13.- Harper AM, Glass HI. Effect of alterations in the arterial carbon dioxide tension on the blood flow through the cerebral cortex at normal and low arterial pressures. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1965; 28:449.

14.- Sutton LN. Cerebral venous oxygen content as a measure of brain energy metabolism with increased intracranial pressure and hyperventilation. J Neurosurg 1990; 73:927.

15.- Greenberg RP, Ducker TB. Evoked potentials in the clinical neuriciences. J Neurosurg 1982; 56:1.

16.- Chiappa KH, Ropper AH. Evoked Potentials in the clinical medicine. N England Med 1982; 306:1140.

17.- Grundy BL. Monitoring of sensory evoked potentials. Anesthesilogy 1983; 58:72.

18.- Hahn JF, Latchau JP. Evoked potentials in the operating room. Clin Neurosurg 1983; 31:389.

19.- Cedzich C, Schramm J, Mengedoht CF, et al. Factors that limit the use of flash visual evoked potentials for surgical monitoring. Electroencefalograf Clin Neurophysiol 1988; 71:142.

20.- Raudzens PA. Intraoperative monitoring of evoked potentials. Ann NY Acad Sci 1982; 388:308.

21.- Levy WJ, York DH. Evoked potentials from the motor tracts in humans. Neurosurgery 1987; 12:169.

22.- Levy WJ. Clinical expirience with motor and cerebellar evoked potentials monitoring. Neurosurgery 1987; 20:169.

23.- Miller RD, Harvey M, Shapiro A, et al. Anesthesia neuroquirúrgica e hipercaptación intracraneal. Ediciones Doyna, Barcelona. 2° de. 1991; 54:1583-1625.

24.- Albin MS. Neuroanesthesia, 1st ed, 1997, USA, McGraw-Hill.

25.- Lam AM. Tienen utilidad en la anestesia los potenciales evocados?, Clin Anest. Nort. Vol 3, 1992; 707:726.

26.- Mayberg TS, Lam AM. Craneotomía y fosa posterior, Clin Anest Nort. Vol 3, 1992; 487:507.