

Capítulo 3

Técnicas de monitoraje en anestesia cardiovascular pediátrica.

INTRODUCCION:

La anestesia pediátrica se ha desarrollado extraordinariamente durante las dos últimas décadas. Dentro de los avances alcanzados podemos citar la introducción de modernas técnicas de monitoraje las cuales han cambiado significativamente el papel del anesthesiólogo en la vigilancia y control del niño anestesiado. En este medio de alta tecnología, es necesario combinar la observación clínica, con la correcta interpretación de los modernos sistemas de vigilancia (1).

La vigilancia continua de los diferentes parámetros monitorizados, nos alertan sobre posibles alteraciones que necesitan atención inmediata. Debemos tener en cuenta que la vigilancia continua de un parámetro tiene mas valor que una lectura individual y que los signos vitales deben analizarse en su conjunto, debido a que un enfoque integral nos orienta hacia los orígenes de uno o varios problemas (2).

El avance en las técnicas de monitoraje ha cambiado rotundamente los criterios sobre requerimientos mínimos para administrar anestesia con seguridad. Si a principios de los años sesenta del siglo pasado, se consideraba indispensable tener listas una fuente de oxígeno y un equipo de aspiración antes de realizar un procedimiento anestésico; en la actualidad, este mínimo de condiciones exige, además de una máquina de anestesia y el sistema de aspiración listas para usar, el monitoraje continuo del electrocardiograma, la presión arterial, la Saturimetría, la capnografía, la temperatura y la diuresis (3).

El monitoraje aporta información valiosa que mejora la seguridad de la anestesia y eleva la calidad de la misma. Los monitores con alarmas son elementos indispensables de la anestesia moderna, aunque no reemplazan la vigilancia directa del médico especializado en anestesia. Siempre debemos recordar que los ojos, oídos, manos y cerebro del anestesiólogo, constituyen la primera y más valiosa fuente de información.

En este capítulo, usted encontrará la información necesaria sobre las técnicas de monitoraje utilizadas actualmente en la anestesia pediátrica.

ELECTROCARDIOGRAMA:

Todos los pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos de envergadura bajo anestesia, deben tener un monitoraje electrocardiográfico continuo. El

Electrocardiograma nos ofrece información sobre la frecuencia, el ritmo y la morfología de las ondas.

El monitoreo electrocardiográfico es un componente fundamental dentro de los parámetros vigilados debido a que la anestesia frecuentemente produce bradicardia en los niños y se sabe que el gasto cardiaco depende de frecuencia en los mismos (4). Por otra parte se conoce que a pesar de los grandes avances ocurridos dentro de la Anestesiología en los últimos años y de contar con agentes cada vez mas seguros y eficaces, puede presentarse inestabilidad hemodinámica e isquemia miocárdica en cualquier momento durante el peri operatorio (5,6).

La disminución de la frecuencia cardiaca en un niño debe manejarse con la misma urgencia que la hipoxemia o la hipotensión arterial.

Colocación de los electrodos.

La colocación de los electrodos y la selección de la derivación electrocardiográfica dependen de las necesidades del paciente y de lo que se desee monitorizar.

Para la derivación D2 con tres electrodos, se coloca el electrodo de la mano derecha (rojo) debajo de la clavícula derecha, el electrodo del brazo izquierdo (amarillo) debajo de la clavícula izquierda y el electrodo de la pierna izquierda (verde o negro) en la porción inferior de la parrilla costal izquierda. Esta derivación nos permite obtener un buen complejo QRS que refleja la actividad ventricular y la onda P (actividad auricular) que es muy

útil para el monitoraje de las arritmias cardiacas. Una variante de lo anterior se obtiene cuando cambiamos el electrodo de la pierna izquierda para el quinto espacio intercostal y línea media axilar izquierda (2,6).

Utilizando el sistema anterior habitual de tres electrodos, podemos monitorizar el llamado *V5 modificado*, seleccionando la derivación DI y colocando la chapilla del brazo izquierdo en el quinto espacio intercostal izquierdo y línea axilar anterior, el electrodo correspondiente a la pierna izquierda debajo de la clavícula izquierda y el electrodo de la mano derecha debajo de la clavícula derecha (6,7).

El electrocardiograma constituye la principal herramienta para el diagnóstico de la isquemia miocárdica. Normalmente el segmento ST del electrocardiograma es isoelectrico pero, durante los episodios de isquemia se deprime hasta más allá de los 0,1 mm. Es por lo tanto de gran importancia revisar los aspectos relacionados con el monitoraje continuo del segmento ST del electrocardiograma.

Monitoraje del segmento ST.

El monitoraje continuo del segmento ST resulta de gran ayuda en la detección de la isquemia miocárdica transoperatoria (5,6,7). Este segmento representa la repolarización ventricular y cualquier cambio significativo en el mismo refleja un compromiso de la oxigenación miocárdica. Una desviación de mas de un milímetro sobre el nivel basal se considera significativa y puede indicarnos la presencia de isquemia, lo cual es sin duda una

herramienta de gran valor en el paciente de alto riesgo. Se conoce desde hace más de tres décadas, que la cirugía y la anestesia constituyen una sobrecarga importante en el paciente con enfermedad cardiovascular y que cuando el riego sanguíneo coronario es insuficiente para satisfacer las demandas del músculo cardíaco, aparece depresión del segmento ST. La elevación del segmento ST mayor de 1 mm se considera aún de peor pronóstico, reflejando isquemia transmural.

Los monitores disponibles en nuestro medio pueden analizar 3, 5 o 12 derivaciones electrocardiográficas. Los equipos más completos graban los valores iniciales del segmento ST en las derivaciones seleccionadas y nos muestran después continuamente los cambios ocurridos en el mismo. En todo caso debe seguirse siempre las indicaciones del fabricante. Se necesita una adecuada calibración del electrocardiograma. La calibración habitual es de 1 cm / mV por lo que en esta calibración, una depresión de 1 mm del segmento ST es igual a 0,1 mV la cual es difícil de observar en un monitor tradicional y por lo tanto se recomienda duplicar la señal del equipo a 2 cm / mV, con la cual se necesita entonces una desviación de 2 mm para el diagnóstico de isquemia miocárdica (7).

Utilizando el sistema de cinco electrodos, podemos registrar siete derivaciones diferentes

(DI, D2, D3, aVR, aVL, aVF y V5) las cuales pueden ser grabadas para compararse posteriormente. Los cambios del segmento ocurridos en las

derivaciones D2, D3 y aVF corresponden con isquemia de la arteria coronaria derecha y los cambios isquémicos en V4-V6 con la arteria coronaria descendente anterior izquierda o de la circunfleja (6).

Significado del monitoraje del segmento ST:

El monitoraje del segmento ST durante el transoperatorio es un nuevo instrumento de gran valor en la vigilancia del paciente de alto riesgo, aunque, como todos los métodos de vigilancia no es absolutamente seguro. Algunos medicamentos como los digitálicos, los trastornos electrolíticos y la pericarditis pueden provocar cambios del segmento ST (7), sin embargo cuando la depresión es mayor de 1 mm, se acompaña de dolor precordial o se observa una depresión o elevación grande del segmento, debemos descartar inmediatamente la presencia de isquemia miocárdica e instaurar tratamiento.

Existe acuerdo unánime de que un aumento en el desplazamiento del segmento ST supone un incremento de la isquemia.

El monitoraje del segmento ST es recomendado siempre en todos los pacientes con enfermedad de las arterias coronarias, los que padecen de insuficiencia cardiaca y los sometidos a operaciones cardiovasculares. Se recomienda también en aquellos con riesgo de sufrir lesión de las coronarias o del músculo cardiaco, en los que han sufrido trauma de tórax o de los grandes vasos, los que padecen de bloqueo de rama o arritmias cardiacas y los que dependen de un marcapaso. Aunque la isquemia miocárdica no es

frecuente en los niños, aquellos que padecen de cardiopatías congénitas o adquiridas pueden presentarla durante el transoperatorio y debe monitorizarse el segmento ST durante el peri operatorio (5-7).

PRESION ARTERIAL.

La presión arterial puede medirse en los lactantes y niños mediante la palpación, auscultación, observando la irrigación de la piel después que se ha desinflado un manguito, oscilometría o mediante un catéter arterial de forma invasiva. Durante la anestesia debemos utilizar métodos y equipos confiables (2,4-6).

La selección de un método u otro depende de varios factores como son:

1. Nivel de precisión requerida.
2. Frecuencia e importancia de los cambios esperados.
3. Uso de técnicas anestésicas especiales como la hipotensión controlada.
4. Anestesia en pacientes de alto riesgo sometidos a procedimientos difíciles.
5. Anestesia en la circulación extracorpórea.
6. Necesidad de toma frecuente de muestra de sangre para análisis de laboratorio.

7. Anticipación de grandes pérdidas de líquidos o sangre

La Presión arterial mediante el método auscultatorio es difícil de obtener en los niños pequeños. Otra limitante de su uso es que resulta difícil medirla en una frecuencia menor a los cinco minutos durante todo el transoperatorio. El método de palpación tiene las mismas limitantes que el anterior. La presión mediante el método de *flushing* es imposible durante la anestesia. Por lo tanto los métodos de elección durante la anestesia son el no invasivo mediante equipo automático y el invasivo (4-6,8)

Toma de la presión arterial mediante palpación: Este método es utilizado frecuentemente en los adultos y niños grandes sometidos a procedimientos quirúrgicos sencillos. Primero se infla el manguito hasta un nivel por encima de la presión arterial sistólica y se comienza a desinflar lentamente; cuando se detecta el pulso, se registra el valor como la presión arterial sistólica (2).

Toma de presión arterial mediante el método de *flushing*: Se infla el manguito en la extremidad seleccionada por encima de la presión sistólica anticipada o previamente registrada en el paciente. Se desinfla lentamente el manguito hasta que se observa el retorno del flujo sanguíneo a la extremidad o se palpa el pulso. La lectura del manómetro al retorno del flujo sanguíneo corresponde aproximadamente con la presión arterial sistólica (2,5).

Los monitores de signos vitales permiten vigilar los signos vitales de forma continua y registrar los valores de la *presión arterial no invasiva* cada breves periodos de tiempo (2, 5, 10 minutos) sin necesidad de manipularlos una vez que han sido prefijados. La presión arterial se mide utilizando el método oscilométrico. La presión arterial sistólica se mide en el punto de rápido incremento de la oscilación de, la media en el punto máximo de oscilación y la diastólica cuando estas disminuyen. La precisión del método no invasivo por osciloscopia no depende de los ruidos de Korotkoff y es mucho mejor que el método auscultatorio (5).

La precisión de los monitores de presión no invasiva varía con respecto a los métodos invasivos. Utilizando el método no invasivo los valores registrados son como promedio menor en 10 mmHg (5), para la presión arterial sistólica y diastólica, reportándose diferencias aún mayores (8). Este método no puede reemplazar al invasivo cuando existe una variación importante de la presión arterial entre los latidos cardiacos.

La medición no invasiva de la presión arterial con manguito resulta difícil en los pacientes con hipotensión arterial, especialmente cuando está por debajo de 50 mmHg.

En los procedimientos quirúrgicos que se anticipen grandes perdidas de líquidos o de sangre, la presión arterial debe medirse continuamente de forma invasiva (4).

La mayoría de los equipos de medición automática de la presión arterial de forma no invasiva, registran las presiones sistólica, diastólica y media, poseen alarmas y pueden programarse para tomar la presión arterial según las necesidades. El ancho del manguito debe ser el adecuado para el tamaño del brazo y su medida correcta es dos tercios la distancia entre el acromion y el olécranon; ya que si es pequeño se producirá un valor falso positivo y si es excesivamente ancho un valor falso negativo (2,4,5).

Los equipos electrónicos de monitoraje automático de la presión arterial de forma no invasiva como el Dinamap permiten la vigilancia periódica de este parámetro, son fáciles de usar y poseen batería incorporada que permite su uso durante el traslado.

La *presión arterial invasiva* se realiza casi siempre por canulación de la arteria radial; las complicaciones de esta técnica son poco frecuentes y su monitoraje está indicado en todas las operaciones de gran envergadura donde se necesita además análisis frecuente de laboratorio (5,6).

Otros sitios empleados para la canulación arterial y monitoraje invasivo de la presión arterial son la arteria dorsal pedia, Braquial y femoral (2, 4, 5, 8).

Este procedimiento se realiza siguiendo estrictas normas de asepsia y antisepsia. La extremidad debe ser colocada previamente en una tablilla, hiperextendiendo la muñeca mediante la colocación de un pequeño rodillo y fijada correctamente. Las manos deben ser lavadas correctamente e

irrigadas con una solución antiséptica (Hibitane alcohólico) siguiendo el protocolo de desinfección de su hospital. La piel en el sitio de la punción se lava previamente por una enfermera y se pinta con solución antiséptica (Yodo povidona) que se deja actuar durante tres minutos antes de secar con torunda de gasa estéril.

Se debe puncionar primero la piel con la punta de una aguja para evitar dañar la punta fina de la cánula arterial. Se utilizan catéteres de teflón estériles, apirógenos y desechables número 18-20 en los niños mayores, calibre 22 en los lactantes y 24-25 en los lactantes con menos de 5 Kg de peso corporal. Cualquier catéter que muestre dificultad para entrar se retira y examina la punta, desechándolo si existe sospecha de daño en la punta. La cánula entra en la piel en un ángulo de 45 grados y cuando sale sangre se inclina en un ángulo menor, se retira discretamente el mandril metálico y se avanza dentro de la arteria. Se limpia el sitio de punción y alrededor de la cánula con solución antiséptica y se aplica ungüento antibiótico, después de lo que procedemos a fijarla a la piel con esparadrapo, se coloca una llave de tres pasos para facilitar la extracción de muestras de sangre y a continuación se acopla una línea de presión hasta el transductor quien convierte la presión de la sangre en impulsos eléctricos que son reflejados en la pantalla del monitor.

La inserción de un catéter arterial en un niño es siempre un reto para el anestesiólogo pero, si se realiza utilizando la técnica adecuada, culmina con

el éxito en la mayoría de los pacientes. Nosotros preferimos canalizar la arteria radial por punción percutánea a continuación de lo cual se toma muestra de sangre para gasometría y se realiza un registro continuo de la presión arterial durante toda la operación mediante transductor acoplado a monitor multiparámetros.

Las cánulas intrarteriales pueden permanecer in situ durante tres días y aún un poco más si fuere necesario, pero deben retirarse inmediatamente si existe evidencia de insuficiencia vascular, hematoma o infección. Otras complicaciones incluyen trombosis de la arteria radial y vaso espasmo, que se soluciona casi siempre con la administración de un pequeño bolo de lidocaina. La incidencia de cultivos positivos de la punta de los catéteres arteriales en niños operados del corazón esta entre 3 y 13 %, reportándose la mayor incidencia cuando estos permanecen durante más de 4 días (5).

Cuando existe dificultad para canalizar la arteria radial se cateteriza la *arteria femoral*, debido a su mayor tamaño. Puede canalizarse utilizando cánulas número 18 o 20 en la mayoría de los niños. El método de elección es utilizando la técnica de Seldinger con guía metálica. Las desventajas de esta ruta incluyen la necesidad de inmovilizar la extremidad en el postoperatorio, el uso de largas líneas durante la anestesia y la necesidad de extraer mayores volúmenes de sangre antes de tomar las muestras del laboratorio. Al igual que en otras vías de canulación puede presentarse insuficiencia vascular, isquemia e infección (4,5).

Se utilizan diferentes transductores de presión como el P 23 y el PVB ST33 de Ohmeda, que tienen rango de presión de menos 30 a más 300 mmhg, los cuales los hacen de gran utilidad para la medición de presiones en el peri operatorio. El núcleo del transductor es un *chip de silicio* en el cual se encuentran elementos de tensión que forman un puente de Wheatstone. Se conecta mecánicamente al diafragma metálico del transductor y cuando este último se desvía por la presión, se ejerce la tensión sobre el chip. Esta tensión provocada produce un desequilibrio en la resistencia del circuito del puente de wheatstone y se genera una potencia de salida proporcional, que se transmite al monitor y se refleja en forma de gráfica y valores. Los domos, intraflo, llaves de tres pasos y líneas de presión pueden ser re-esterilizables o desechables. Se prefieren los desechables debido al peligro siempre vigente de infección nosocomial.

Equipos necesarios: Sistema de irrigación (solución salina heparinizada), intraflo, líneas de presión, domo, llaves de tres pasos, transductor y monitor con entrada para transductor.

Preparación del equipo:

Lávese las manos. calibre el transductor, nivelando la interfase aire-agua con el eje flebostático del paciente, esto es, la unión de la línea media axilar con el cuarto espacio intercostal. A continuación, estando cerrada la arteria y el Domo abierto a la atmósfera, se da balance en cero en el monitor y luego

se calibra hasta 100 mmHg. Se cierra la llave de tres pasos, se abre la conexión de la arteria y se pone a medir el transductor (2).

La bolsa de presión debe ser inflada a una presión suprasistémica de 300 mmHg, la cual crea un flujo de 2 a 3 cc/ hora en el intraflo y evita los errores de medición así como la oclusión del catéter arterial. Cuando se administra una irrigación rápida con este equipo, se calcula un flujo de 1 a 2 cc de líquido por segundo (4).

Interpretación de la curva de presión arterial:

Además del valor numérico de la presión arterial, este método nos muestra una curva en la pantalla del monitor, que refleja los cambios en la función ventricular izquierda, la presión y la resistencia arterial sistémica. Observando la curva, usted puede detectar alteraciones cardiovasculares tales como la estenosis aórtica, arritmias, pulso alternante, disminución de la contractilidad, etc.

El trazado normal consiste en una curva que asciende rápidamente con un pico estrecho, una muesca en el tercio de la porción descendente de la curva (dícrota) en los niños grandes y a la mitad de la curva en los lactantes y recién nacidos y termina lentamente (2,4). El pico de presión sistólica refleja la presión en el ventrículo izquierdo durante la sístole, la cual comienza con la apertura de la válvula aórtica. Cuando la presión aórtica excede la presión

en el ventrículo izquierdo la válvula se cierra, reflejándose en la dicrota. La presión diastólica refleja el grado de vasoconstricción arterial.

Una *curva de presión amortiguada* (ancha) con ausencia de la dicrota y el pico de presión redondeado, es provocada generalmente por una burbuja de aire en el domo o en la línea de presión o menos frecuentemente por disfunción miocárdica y disminución de la contractilidad (síndrome de bajo gasto cardiaco). Los pacientes con disminución de la contractilidad tienen curvas pequeñas, anchas y de base amplia (4-6).

Cada curva de presión puede dividirse en una porción sistólica y una diastólica. Normalmente la relación es de 0,65 a 0,8. Cuando la proporción es menor de lo anterior debemos descartar isquemia subendocárdica (4).

La posición de la dicrota en la porción descendente de la curva nos indica sobre la resistencia vascular periférica. Cuando la resistencia vascular periférica es relativamente baja, como sucede en el Ductus Arterioso, las malformaciones arterio-venosas y en la hipovolemia, la posición de la dicrota es más inferior. El descenso de la curva diastólica es más rápido que lo normal debido a que no hay tiempo suficiente para que la Aorta y otras arterias se contraigan antes de que la mayoría de la sangre fluya fuera de ellas hacia el circuito de baja presión. Generalmente los pacientes con grandes déficit de volumen sanguíneo muestran una secuencia de curvas que varían de 10 a 15 mmHg entre sí, como promedio. Cuando los pacientes están siendo ventilados mecánicamente estos cambios se

acentúan, pudiendo observar variaciones en 2-3 curvas hacia arriba y hacia abajo.

En la estenosis valvular aórtica observamos una onda pequeña con un pico ancho de presión. La presión pico disminuida refleja la demora en la eyección ventricular a través de la válvula estenótica.

En las arritmias cardiacas observaremos una variación en la amplitud y regularidad de las curvas provocada por el ritmo irregular.

Valores promedio de presión arterial de acuerdo a la edad:

Los valores promedios de la presión arterial varían con la edad. En los recién nacidos oscilan entre los 65 a 70 mmHg de sistólica y 40 de diastólica. A los 6 meses de edad la presión sistólica se encuentra alrededor de 80 mmHg y la diastólica entre 50 y 60. Al año de edad la presión sistólica esta entre 80 y 100 mmHg con una diastólica entre 50 y 70. Estos valores se mantienen en los niños hasta más allá de los cinco años de edad. A los 12 años generalmente la presión sistólica es mayor de 100 mmHG y la diastólica alrededor de 60 (4,5).

Toma de muestras a través de un catéter intrarterial:

Lávese las manos. Quite el tapón de la llave de tres pasos y colóquelo en una gasa estéril. Inserte una jeringuilla de 5 cc en la llave de tres pasos acoplada a la arteria radial. Extraiga lentamente 5 cc de sangre del catéter

arterial , cierre la llave de tres pasos y deseche la sangre y la jeringuilla. Acople otra jeringuilla estéril a la llave de tres pasos y extraiga la cantidad de sangre solicitada por el laboratorio. Compruebe que no existen burbujas de aire. Si existen elimínelas mediante una irrigación hacia afuera. Administre una pequeña cantidad de solución salina heparinizada para limpiar la sangre del catéter. Coloque el tapón en la llave de tres pasos. Envíe la muestra al Laboratorio.

4. MONITORAJE DEL PULSO.

La sangre bombeada por el corazón dentro de la aorta crea una onda líquida que viaja desde este órgano hacia las arterias periféricas. Esta onda recurrente, llamada pulso, puede palparse en sitios donde las arterias cruzan sobre un hueso o un plano duro. En los niños mayores de tres años la arteria radial en la muñeca es el sitio de palpación más frecuentemente utilizado, debido a la sencillez del proceder (2).

En niños pequeños se emplea la auscultación de la punta del corazón con un estetoscopio, el llamado *pulso apical*, que resulta ideal para la medición de la frecuencia cardiaca. La comparación del pulso apical con el radial es de valor para detectar el déficit de pulso que se provoca cuando algunos latidos son débiles y no tienen fuerza para llegar a la periferia.

Explorar la presencia y amplitud de los pulsos, es una parte fundamental de la valoración cardiovascular perioperatoria. Este método nos permite evaluar la eficacia de la perfusión en las extremidades.

El monitoraje del pulso incluye la frecuencia, el ritmo y la amplitud de los mismos.

Para describir la amplitud del pulso empleamos una escala numérica.

Pulso 3: Pulso saltón, fuerte, fácilmente palpable y que no se oblitera por la presión de los dedos al palparlo.

Pulso 2: Pulso normal. Fácil de palpar y se oblitera con la presión de los dedos.

Pulso 1: Pulso débil, difícil de palpar y se oblitera fácil por la presión superficial.

Pulso 0: Ausencia de pulso.

5. PRESION VENOSA CENTRAL.

Se denomina Presión Venosa Central (PVC) a la presión registrada en la Aurícula Derecha (AD) o en los grandes vasos que a ella llegan (Venas Cavas).

Este proceder nos indica los valores de la presión en la Aurícula Derecha, la cual refleja la presión diastólica final del Ventrículo Derecho (VD), así como su capacidad de bombeo. La PVC nos orienta además sobre el volumen sanguíneo y el tono vascular.

Los valores normales en el niño oscilan entre 3 y 12 cm H₂O, variando de paciente a paciente, de acuerdo al tamaño, posición y estado de hidratación(4). Los valores se miden en centímetros de agua o milímetros de mercurio, de forma continua mediante transductor o intermitentemente con un manómetro.

Los factores que modifican la PVC son el volumen sanguíneo, el tono vascular (la capacitancia) y la eficiencia del ventrículo derecho.

El monitoreo continuo de la PVC puede detectar cambios hemodinámicos mucho antes de que se reflejen en otros signos vitales (9).

Los valores más exactos se obtienen con la inserción de un catéter dentro del sistema venoso central, el cual deberá flotar libremente dentro del vaso, permitir la aspiración fácil de sangre y fluctuar con la ventilación. El catéter nos ofrece además otras ventajas, como son la obtención de muestras de sangre para análisis indispensables de laboratorio, la administración de fármacos, drogas vaso activas y volumen. El vaso más adecuado es la vena yugular interna derecha, aunque el personal calificado obtiene buenos resultados con una gran variedad de vías y técnicas.

El cateterismo venoso percutáneo de la vena yugular interna se utiliza en la anestesia para la reparación de los defectos congénitos del corazón y otras operaciones de envergadura en lactantes y niños se considera la técnica de elección para el monitoraje de la PVC y la infusión continua de fármacos vaso activo (5,6,10).

Técnicamente la inserción de un catéter venoso central es más difícil en los lactantes que en los niños mayores. La vena es de pequeño calibre y está muy próxima a la arteria carótida. La técnica se realiza después de la inducción anestésica y la intubación de la tráquea, siguiendo estrictas medidas de asepsia y antisepsia. El paciente se coloca en decúbito supino, sin almohada y en posición de Trendelenburg para distender la vena, facilitar la punción y evitar el embolismo aéreo. Suele colocarse un rodillo o calzo debajo de los hombros para hiperextender el cuello. La cabeza se rota ligeramente hacia el lado opuesto y se realiza la antisepsia de la región a puncionar. Generalmente utilizamos la vía media o la posterior con respecto al músculo esternocleidomastoideo (ECM).

Para la *vía media* rotamos discretamente (45 grados) la cabeza hacia el lado opuesto y puncionamos la piel en el vértice del triángulo formado por los haces del músculo ECM. La aguja se avanza en un ángulo de 30 grados con respecto a la piel y se dirige hacia el pezón de ese lado. Cuando se punciona la vena, insertamos una guía metálica flexible a través de la

pequeña aguja de punción, se retira la aguja, se dilata con el introductor, se retira este y se introduce el catéter de teflón a través de la guía (técnica de Seldinger). La guía flexible en forma de Jota es de gran valor para vencer las obstrucciones dentro de la vena. El diámetro de la vena yugular interna en los lactantes es de 0,3 a 0,4 cm².

La *vía posterior* consiste en la punción en un sitio que esta a 2-3 cm por encima de la clavícula y por detrás del músculo esternocleidomastoideo. La técnica de Seldinger nos ofrece ventajas como son una menor incidencia de hematomas (5,6). Se introduce la aguja con un ángulo de 45° con respecto a la piel y se dirige hacia la unión esternoclavicular aspirando constantemente. La vena suele estar a poca distancia. Se siente una sensación peculiar cuando se entra en la vena y se comprueba aspirando sangre fácilmente. Se retira la jeringuilla y se introduce la guía flexible de metal. La guía con punta en forma de Jota es menos traumática para la pared venosa que la recta. Extraemos la aguja y se introduce el dilatador, que inmediatamente se retira y se procede a la introducción del catéter. El catéter se fija con puntos de anclaje a la piel. Preferimos los catéteres de 2 o 3 ramas, los cuales permiten medir la PVC y simultáneamente administrar fármacos vaso activo.

Recientemente hemos decidido utilizar la escala de Andropoulos para la inserción óptima de los catéteres venosos centrales con lo cual se elimino la posibilidad de arritmias cardiacas por estimulación de la pared auricular (11).

Introducimos el catéter hasta la medida siguiente: lactantes de 2 a 4,9 Kg

introducimos el catéter hasta los 4-5 cm, en los de 5 a 9 kg hasta los 6-7 cm y en los comprendidos entre los 10 y 20 Kg hasta la distancia de 8 a 10 cm.

El Equipo necesario para la monitorización continua consiste en: Transductor de presión, domo, intraflo, líneas de presión, llaves de tres pasos, frasco de solución salina fisiológica con heparina (1000 cc de solución salina con 25 mg de heparina), bolsa de presión con manómetro y monitor con entrada para presión invasiva.

Procedimiento:

Lávese las manos. Use guantes estériles. Acople el Domo al transductor, una llave de tres pasos a la salida superior del Domo y un intraflo a la horizontal y después de este una línea de presión hasta el catéter. La solución salina heparinizada debe estar a una presión suprasistémica y se une al intraflo mediante equipo de infusión. Llene todo el sistema y elimine las burbujas.

La posición del paciente debe ser plana (decúbito supino). Localice el punto cero que corresponde con la aurícula derecha y calibre el transductor de presión, para lo cual la interfase líquido-aire en la llave de tres pasos acoplada al Domo, debe estar al nivel de la AD. Lea el valor de la PVC en la pantalla del monitor y observe la curva. Recuerde que el intraflo (dispositivo

para la irrigación continua) deja pasar 3 ml/hora de solución salina heparinizada.

El monitoraje invasivo de la PVC está indicado en los pacientes de alto riesgo quirúrgico, en aquellos que pierden grandes cantidades de sangre o líquidos corporales y los que están inestables hemodinámicamente.

6. SATUROMETRIA.

Desde su introducción en la década de los ochenta, los oxímetros de pulso, se han convertido en un elemento fundamental del monitoraje en los salones de operaciones, salas de recuperación y unidades de Cuidados Intensivos. Aunque su uso debe ser rutinario para todo tipo de procedimientos anestésicos, no cabe duda que su empleo resulta de gran valor en operaciones de envergadura donde no se recomienda la inserción de un catéter intrarterial o por dificultades técnicas no sea posible lo anterior. Durante el cerclaje de la arteria pulmonar en pacientes con grandes defectos septales e hipertensión pulmonar, el monitoraje de la saturimetría nos informa si la arteria se estrecho hasta el punto necesario. Una desaturación nos alerta que la arteria esta demasiado apretada, aún antes de que aparezca hipotensión arterial. En las derivaciones sistémico-pulmonares (operación de Blalock -Taussig) nos informa si obtuvimos la saturación deseada con este procedimiento paliativo.

La oximetría de pulso es un método no invasivo de medición de la saturación de oxígeno de la hemoglobina, que nos permite además vigilar la frecuencia cardíaca y la amplitud del pulso.

Este método es de gran valor en los niños debido a que en los recién nacidos y los lactantes la relación existente entre la ventilación alveolar y la capacidad funcional residual es alta y se produce hipoxia y desaturación rápidamente (1,5)

Los oxímetros de pulso son la combinación de un oxímetro con un plestimografo de pulso. Su funcionamiento se basa en principios físicos, detectando cualquier lecho vascular arterial pulsátil interpuesto entre ondas de luz y un detector. El equipo emplea dos diodos para enviar luz roja e infrarroja a través de un lecho vascular pulsátil, como el que existe en la punta de los dedos.

La exactitud de sus resultados se afecta por: hipotensión arterial, hipotermia, vasoconstricción, carboxihemoglobina, meta hemoglobina, electro coagulador, aumento de la presión venosa en la extremidad, exceso de luz ambiental y colorantes intravenosos como el azul de metileno (5). Los resultados más confiables se obtienen cuando la saturación esta alrededor del 85 %. El margen de error aumenta por encima o por debajo de este valor, según la opinión del diseñador (12). Sin embargo en anestesia se considera que reflejan adecuadamente la saturación en los lactantes y niños

de todas las edades cuando la saturación esta por encima del 70 %. Se considera que es menos exacto cuando existe hipoxemia marcada (4).

Los valores normales de la saturación de pulso oscilan entre el 95 y 100 %. Valores menores indican hipoxemia, que debemos investigar y corregir inmediatamente.

La vigilancia de la curva del pulso nos aporta muchos elementos sobre la hemodinámica del paciente. Una curva ausente o pequeña sugiere un pulso débil por hipovolemia, hipotensión arterial o por vasoconstricción. Si una curva disminuye de tamaño, debemos chequear la extremidad para comprobar su perfusión y chequear los demás parámetros hemodinámicos. La administración de vasoconstrictores afecta el flujo a la extremidad y el sensor puede no detectar el pulso.

Se considera que el uso rutinario de la oximetría de pulso puede prevenir hasta un 40% de las complicaciones relacionadas con la anestesia, que se eleva hasta un 91% si lo combinamos con un capnógrafo (11).

7. CAPNOGRAFIA.

Mediante este método no invasivo medimos la concentración de dióxido de carbono en los gases expirados ($ETCO_2$), utilizando un sensor infrarrojo o un espectrómetro de masa. Puede medirse directamente en la vía aérea (*mainstream*) o mediante la aspiración de una parte del gas expirado a

través de un tubo de pequeño calibre en cantidades pequeñas que oscilan entre 50 y 250 cc/min (*Sidestream*).

La curva obtenida (capnografía normal) producto de la medida de la concentración del dióxido de carbono expirado en un espacio de tiempo es de forma casi cuadrada (2,5). La concentración inicial de CO₂ es casi cero, resultado del gas del espacio muerto anatómico y del equipo. La fase dos comienza con el aumento de la concentración del CO₂ como consecuencia de la salida del gas alveolar y continua como una meseta (fase tres) . Durante esta fase el gas exhalado es una mezcla de gases provenientes de los alvéolos que no intervienen en la ventilación (espacio muerto alveolar) y gas proveniente de alvéolos bien perfundidos con una concentración de CO₂ casi igual a la arterial.

La ETCO₂ aumenta en la hipertermia maligna, dándonos un signo temprano que aparece antes que el incremento de la temperatura. Aumenta además en la hipo ventilación y con la administración de bicarbonato de sodio.

Los valores normales de la ETCO₂ oscilan entre 35 y 45 mmHg. Generalmente existe una diferencia entre 2 y 10 mmHg (promedio 5 mmHg) entre la Capnografía y el resultado obtenido mediante la gasometría arterial durante la anestesia (5).

Los valores de la capnografía disminuyen cuando el flujo pulmonar está disminuido como en los pacientes con cerclaje de la arteria pulmonar, las

cardiopatías con flujo pulmonar disminuido y en la hiperventilación. Los valores disminuyen también en el embolismo aéreo debido a la disminución de la perfusión pulmonar provocando un aumento del espacio muerto fisiológico.

Adicionalmente nos sirve de guía para comprobar la eficacia de procedimientos quirúrgicos encaminados a garantizar el flujo pulmonar como es la derivación cavo-pulmonar de Glenn y la de Fontan, donde una cifra normal nos demuestra que se logró un flujo pulmonar satisfactorio.

Una concentración de CO_2 en cero después de tres ventilaciones, en un paciente recién intubado, nos sugiere el diagnóstico de intubación esofágica.

8. TEMPERATURA.

La temperatura corporal debe ser monitorizada en todos los niños sometidos a procedimientos quirúrgicos con el objetivo de detectar las variaciones de la misma y las complicaciones que se producen como son la fiebre, la hipertermia maligna, y la hipotermia accidental y para el monitoreo de la hipotermia inducida. Las corrientes de aire frío, el contacto con las superficies frías de las mesas de operaciones (hacia las que se pierde calor por contacto) y la temperatura ambiental generalmente baja de los salones de operaciones, producen pérdidas de calor en los niños. Los lactantes y especialmente los recién nacidos (RN) tienden a sufrir hipotermia

en ambientes fríos y esto puede dar lugar a hipoglucemia, acidosis metabólica y la muerte. La pérdida de calor en los lactantes y sobretodo en los recién nacidos, es rápida. La pérdida de calor por evaporación (al mojarlo con las soluciones antisépticas) y las pérdidas por conducción contribuyen a la pérdida global, provocando hipotermia incluso en ambientes razonablemente cálidos. De todo lo anterior se deduce que es obligatorio monitorizar la temperatura durante los procedimientos quirúrgicos en pediatría, para evitar las complicaciones y obtener resultados satisfactorios (4,5,13).

La temperatura puede ser monitorizada por diferentes métodos durante el peri operatorio. El método utilizado con mayor frecuencia en nuestro medio es mediante el uso de *Thermistors* acoplados a termómetros electrónicos. Como mínimo deben medirse dos temperaturas, una central (Rectal, esofágica, nasal) y la distal en los dedos de las extremidades (2,4,5).

Sitios anatómicos para la medición de la temperatura:

- Nasofaringe.
- Esófago.
- Recto.
- Boca.
- Dedos de las extremidades.
- Canal del oído (membrana timpánica.)
- Vejiga.

La medición de la temperatura durante la anestesia debe realizarse siempre que sea posible utilizando las sondas (thermistors) que se acoplan al termómetro electrónico, disponible en casi todos los monitores multiparámetros que utilizamos en nuestro medio.

Estos termómetros son muy confiables, muestran un registro continuo de la temperatura y son seguros y muy fáciles de colocar. Si se va a tomar la temperatura rectal, nasal o esofágica, la sonda debe lubricarse para reducir la fricción y facilitar su inserción. Existen cubiertas desechables para las sondas rectales que disminuyen la contaminación y el tiempo de limpieza y desinfección de estas sondas.

El tiempo mínimo necesario para obtener una lectura adecuada varía con el sitio de medición, recomendándose los siguientes:

- Temperatura axilar y cutánea distal: 10 minutos.
- Temperatura oral, nasal y rectal: 2 minutos.

La sonda para el registro de los cambios de temperatura (Thermistor) es un equipo semi-conductor que varía su resistencia con los cambios de temperatura, la cual es registrada por un equipo electrónico de medición (Termómetro electrónico.) Los monitores multiparámetros disponibles en nuestro medio tienen entradas para el registro de 2 temperaturas y poseen mecanismo de alarma. Existen además en los Servicios de Anestesia Cardiovascular, termómetros de 4 y 6 entradas, para registro múltiple de temperaturas.

La temperatura bucal oscila normalmente entre 36,1 y los 37,5 °c. , la rectal es habitualmente un poco más alta y la axilar, que es la menos exacta de todas, registra valores menores (0,6 a 1,1°C de menos).

Para medir la temperatura bucal el termómetro debe colocarse debajo de la lengua, a un lado del frenillo y tan lejos hacia atrás como sea posible. Colocando la punta en esa área facilita en contacto con la abundante vascularización de esa zona y nos ofrece un registro más confiable. El paciente despierto debe instruirse en cerrar los labios pero no morder el termómetro con los dientes. Deje el termómetro por lo menos dos minutos antes de realizar la lectura. La ingestión de líquidos fríos o calientes, masticar chicles o fumar alteran significativamente los resultados. Espere 15 minutos después de realizar esas actividades antes de tomar la temperatura.

Para tomar la *temperatura axilar*, la región debe estar seca pero al secar el área axilar, se debe evitar la fricción debido a la producción de calor que este procedimiento provoca. El termómetro se coloca con la punta hacia la cabeza del paciente y el brazo debe colocarse contra el tórax, tratando de tocar el hombro opuesto con la mano. El termómetro de mercurio debe mantenerse durante 10 minutos para un registro exacto, ya que no se encuentra dentro de una cavidad.

La *temperatura nasal* es muy útil ya que nos indica como está la temperatura del cerebro (hipotálamo) debido a que la sonda de medición se encuentra colocado cerca del alto flujo sanguíneo que existe dentro de la

nariz y su monitoraje se considera de gran valor en las operaciones neuroquirúrgicas y cardiovasculares. La sonda debe colocarse detrás del paladar blando. Su registro es generalmente muy exacto y nos refleja además como está la temperatura en el centro del cuerpo. El resultado se afecta si existe fuga importante de gases en la vía aérea (5,6).

La *temperatura rectal* se correlaciona bien con las temperaturas esofágica y nasal, reflejando como está la temperatura del centro del cuerpo (2,5). Su valor es normalmente un poco mayor que la temperatura axilar. El termómetro se inserta de media a una pulgada en los niños. El termómetro se dirige suavemente hacia el ombligo, maniobra que impide la rotura del mismo y evita el dolor. Esta maniobra facilita la lectura de la temperatura del plexo hemorroidal. El termómetro debe permanecer de 2 a 3 minutos.

La *temperatura esofágica* refleja como está la temperatura del centro del cuerpo y del corazón y se mide introduciendo la sonda hasta el tercio inferior del esófago. Se afecta por los líquidos y el hielo picado que se utilizan en las operaciones cardiovasculares.

La *temperatura distal* registrada en los dedos de las extremidades (habitualmente las inferiores) es de gran valor para compararla con una temperatura central y determinar el gradiente térmico. La temperatura distal depende del flujo sanguíneo a la microcirculación periférica así como del intercambio de calor a nivel de la piel y por lo tanto, sirve para valorar el estado de perfusión periférica. Se dice que existe *gradiente térmico* o

temperatura diferencial, cuando hay más de 5 grados de diferencia entre una temperatura central y la distal. Este parámetro es de gran valor en el diagnóstico, tratamiento y evolución de estados caracterizados por hipoperfusión tisular como son el shock, el Síndrome de Bajo Gasto Cardíaco (SBGC) y en la fase de recalentamiento de la circulación extracorpórea. Cuando se palpan las extremidades para determinar los pulsos y la temperatura, al evaluar clínicamente a un paciente en SBGC, se suele decir, que tiene un gradiente térmico hasta la rodilla, hasta el tobillo, etc (14).

Los termómetros electrónicos habitualmente traen una sonda de medición específica para medir cada una de las temperaturas.

9. DIURESIS.

La diuresis debe ser monitorizada en todos los procedimientos quirúrgicos prolongados, en los pacientes de alto riesgo, cuando se necesite administrar grandes cantidades de volumen y en aquellos en los cuales se anticipe inestabilidad hemodinámica (2,4). Algunas operaciones llevan la colocación de una sonda de Foley por necesidades de la técnica quirúrgica. En procedimientos de corta duración puede utilizarse un colector externo de orina.

El monitoreo de la diuresis nos ayuda a evaluar el volumen del líquido extracelular y la eficacia del gasto cardiaco, reflejado en el flujo sanguíneo renal (2,5,6).

La diuresis se afecta por el nivel de glucosa en sangre, la administración de diuréticos y por la hemodilución.

Diuresis normal: 1 cc / Kg / hora.

Oliguria: menos de 0,5 cc / kg / hora.

Poliuria: mas de 4 cc / Kg / hora.

El catéter debe conectarse a una bolsa o sistema colector estéril para disminuir la posibilidad de infección. En las operaciones de alto riesgo debe emplearse colectores que permitan la medición fácil de pequeñas cantidades de orina.

10. CALCULO DE LAS PERDIDAS SANGUINEAS.

El cálculo de las pérdidas sanguíneas es difícil en los lactantes y niños pequeños, pero puede realizarse (4). Los tubos de aspiración deben ser lo mas corto posibles y de color transparente. El frasco colector debe permitir el calculo de pequeñas cantidades. Es necesario anotar la cantidad de solución utilizada como irrigación, así como otros líquidos que se aspiren.

Se puede calcular la cantidad de sangre aproximada en las compresas pesándolas secas y después de usar (4,5). Es posible realizar también un

cálculo empírico aproximado de las pérdidas en el campo quirúrgico por experiencia acumulada.

El uso rutinario del microhematocrito seriado en los salones de operaciones es un método sencillo para evaluar las pérdidas sanguíneas y la necesidad o no de transfusión de sangre.

Referencias bibliográficas:

- 1) Lerman J. Avances en Anestesiología pediátrica. El Hospital 2002; 58(5): 42-46.
- 2) Loeb S. Manual of bedside monitoring. Pennsylvania. Ed. Springhouse, 1994.
- 3) American Academic of Pediatrics. Guidelines for pediatric perioperative anesthesia environment. Pediatrics 1999; 103(2): 512-16.
- 4) Gregory GA. Pediatric Anesthesia. 4th Edition. New York. Ed Churchill-Livingstone, 2002.
- 5) Lake CL. Pediatric Cardiac Anesthesia. Second Edition. Norwalk. Edit Appleton & Lange, 1993.
- 6) Ream AK. Acute Cardiovascular management, anesthesia and intensive care. New York. Edit JB Lippincott. 1982.
- 7) Cahalan MK. Detection and treatment of intraoperative Myocardial Ischemia. IARS 2002 Review Course Lectures. Supplement to

Anesthesia & Analgesia, March 2002. Pag 27-30.

- 8) Levin D. Essentials of Pediatric Intensive Care. Second Edition. New York. Edit Churchill- Livingstone, 1997: 1216-48.
- 9) Mark JB. Getting the most from your CVP Catheter. American Society of Anesthesiologist. 1996 Annual Refresher Course Lectures. New Orleans. October 19-23.
- 10) De la Parte L ,Hernández SB, Carballés GF y Pérez RM. Cateterismo de la vena yugular interna en el lactante. Rev Cubana Pediatr 1994;66(3):180-182.
- 11) Andropoulos DB, Bent ST, Skjonsby B, Stayer SA. The optimal length of insertion of central venous catheters for pediatric patients. Anesth & Analg 2001;93:883-6.
- 12) Aoyagi T, Miyasaka K. Pulse oximetry: Its contribution to Medicine, and future tasks. Anesth & Analgesia 2002; 94(1S):S1-S3.
- 13) Lindahl S. Perioperative Temperature Regulation. IARS 2000 Selected Review Course Lectures. CD-ROM.
- 14) Ruza TF. Tratado de Cuidados Intensivos Pediatricos. 2da Edición. Madrid. Editorial Norma SL, 1994:151.