



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA



Servicio de Anestesia, Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consortio Hospital General Universitario de Valencia
Grupo de trabajo SARTD-CHGUV para Anestesia en PEDIATRIA

PROTOCOLO DE PREPARACION PARA LA ANESTESIA DEL PACIENTE PEDIATRICO
Dr^a Maria Angeles Pallardó, Dr. J.Miguel Esparza Miñana

Índice:

- 1- Introducción
- 2- Medidas específicas de preparación
 - a. Ayuno
 - b. Premedicación
- 3- Manejo fluidoterapia perioperatoria
- 4- Monitorización perioperatoria
- 5- Ventilación
- 6- Resumen
- 7- Bibliografía



1- INTRODUCCIÓN

Los pacientes pediátricos no son adultos pequeños. Los neonatos (0 á 1 mes), lactantes menores (1 á 12 meses), lactantes mayores (1 á 3 años) y niños pequeños (4 á 12 años), tienen diferentes requerimientos anestésicos.

La seguridad en el manejo anestésico exitoso depende de conocer las características fisiológicas, anatómicas y farmacológicas de cada grupo. De hecho, los lactantes tienen mayor riesgo de morbilidad y mortalidad anestésica que los niños mayores; en general, este riesgo tiene proporción inversa con la edad, en la que los recién nacidos están en mayor peligro.

CARACTERÍSTICAS ANATOMO-FISIOLÓGICAS

- 1- **Vía aérea superior:** los recién nacidos respiran obligatoriamente por la nariz debido a la debilidad de los músculos orofaríngeos. Los lactantes tienen una lengua más grande que puede obstruir fácilmente la vía aérea si se aplica una presión submandibular excesiva durante la ventilación con mascarilla. Los lactantes y los niños tienen una glotis más cefálica y una epiglotis más larga, estrecha y angulada, lo que dificulta la visualización de la glotis durante la laringoscopia.
- 2- **Aparato respiratorio:** los neonatos y lactantes tienen ventilación menos eficiente por la debilidad de su musculatura intercostal y diafragmática. La frecuencia respiratoria se eleva en los neonatos y va disminuyendo de manera gradual hasta los valores de los adultos hacia la adolescencia. Es importante la disminución resultante de la capacidad residual funcional (CRF) ya que limita las reservas de oxígeno durante los periodos de apnea (p. ej. Intubación) y predispone a los neonatos a presentar atelectasias e hipoxemia.
- 3- **Aparato cardiovascular:** el gasto cardiaco depende del todo de la frecuencia. No hay desarrollo completo del sistema nervioso simpático ni de los reflejos de los barorreceptores. El árbol vascular tiene menos posibilidades de responder a la hipovolemia mediante vasoconstricción. Por tanto, la característica de la depleción intravascular de líquidos en neonatos y lactantes es la hipotensión sin taquicardia.



- 4- **Equilibrio hidroelectrolítico:** el aclaramiento renal de los fármacos y su metabolismo se encuentran proporcionalmente disminuidos durante el primer año. El porcentaje aumentado de agua corporal total afecta a los volúmenes de distribución de los fármacos. Las dosis de algunos fármacos son un 20% a un 30% mayores que las dosis de igual eficacia en el adulto.
- 5- **Sistema hepatobiliar:** los niveles de albúmina en plasma son más bajos al nacer. Esto da lugar a una menor unión de algunos fármacos a las proteínas plasmáticas, con una mayor concentración de fármaco libre.
- 6- **Sistema endocrino:** los recién nacidos, sobre todo los prematuros y aquéllos con bajo peso para su edad gestacional, presentan una disminución de los depósitos de glucógeno, y son más propensos a tener hipoglucemia. Los hijos de madres diabéticas tienen niveles altos de insulina tras la exposición prolongada a los elevados valores de glucemia maternos, y son propensos a la hipoglucemia. Los lactantes que se encuentran en uno de estos tres grupos tienen unas necesidades de glucosa de entre 5-15 mg/kg/min.
- 7- **Regulación de la temperatura:** los lactantes y los niños tienen un mayor cociente de superficie/peso corporal, lo que produce unas mayores pérdidas de calor. Los lactantes de menos de 3 meses no pueden tiritar para compensar el frío. Los lactantes responden al estrés del frío aumentando la producción de noradrenalina, que estimula el metabolismo de la grasa parda. Los lactantes enfermos y los prematuros tienen depósitos limitados de grasa parda, y por ello son más sensibles al frío.

2- MEDIDAS ESPECÍFICAS DE PREPARACIÓN

A- AYUNO

El ayuno preoperatorio ha sido un requisito para la cirugía electiva desde que Mendelson demostró la relación entre la alimentación y la aspiración pulmonar de contenido gástrico en parturientas.

No obstante, estudios recientes han demostrado que el ayuno prolongado no reduce el riesgo de aspiración durante la anestesia. Estos resultados nos han llevado a una reducción en los tiempos de ayuno.



Existe amplia evidencia científica que la ingesta de líquidos claros hasta 2 horas preoperatoriamente no afecta al pH o al volumen del contenido gástrico en la inducción anestésica en niños o adultos. La ingesta de líquidos claros en niños sanos de 2-12 años hasta 2 horas antes de la cirugía electiva no afecta al contenido gástrico. 2 ml/kg de peso de agua se puede administrar a niños sanos, no premedicados 2 horas antes de la cirugía, sin disminuir el pH del contenido gástrico o aumentar el volumen del contenido gástrico comparado con aquellos que realizan ayuno de 6 ó más horas.

Además, la reducción en el tiempo de ayuno aumenta el confort y la hidratación del paciente, lo cual es de vital importancia en la edad pediátrica.

<i>Ingested material</i>	<i>Minimum fasting period (h)</i>
Clear liquids	2
Breast milk	4
Infant formula	4 (<3 month)-6 (>3 month)
Nonhuman milk	6
Light meal	6

B- PREMEDICACIÓN:

Predecir y manejar la ansiedad en los niños y padres es una parte importante de la experiencia anestésica en los pacientes pediátricos.

El término "premedicación" o, lo que es lo mismo, "medicación preanestésica" consiste en la administración de fármacos en la fase que precede al traslado del paciente a quirófano a fin de obtener los siguientes objetivos :

- Ansiolisis
- Sedación
- Amnesia
- Analgesia
- Vagolisis
- Simpaticolisis
- Disminución de la salivación y secreciones
- Disminución de la secreción gástrica
- Prevención de náuseas y vómitos



En el paciente pediátrico, específicamente, la ansiedad y el estrés preoperatorios presentan una incidencia alrededor de un 70% debido principalmente a la separación parental, discomfort, desconocimiento del medio e incluso a la pérdida del control o autonomía.

Además, se han descrito diferentes factores que influyen directamente en el estado psicológico del niño que va a ser sometido a una intervención:

- Edad: la ansiedad es más acusada a partir de los 6-12 meses y hasta los 6 años de vida, siendo el principal grupo a premeditar entre los 2 y 5 años. Por debajo de los 6 meses, son raros los síntomas de estrés por separación parenteral.
- Factores familiares la ansiedad parental y/o de los acompañantes es transmitida al niño
- Factores socioeconómicos
- Experiencias previas.

Por su parte, el nivel de ansiedad preoperatorio se asocia a una considerable morbilidad perioperatoria a tener en cuenta, como:

- Delirium, existente entre un 12-18% DE LOS CASOS
- Trastornos del comportamiento: pesadillas, enuresis, crisis de ansiedad, intolerancia a la separación, trastornos en alimentación y apatía.
- Aumento del dolor postoperatorio
- Náuseas y vómitos
- Retraso en el alta hospitalaria

Modalidades de ansiólisis preoperatoria:

Diversos estudios muestran que la premedicación con midazolam o la presencia parenteral disminuyen la ansiedad y mejora la aceptación de la máscara para la inducción. El midazolam es quizás más efectivo que la presencia parental, pero la presencia parenteral no añade ningún beneficio a la premedicación.

Un adecuado programa de preparación disminuye la ansiedad y mejora la calidad de la inducción hasta un grado similar comparado con midazolam. Además, los pacientes en los programas de preparación también tienen menor incidencia de delirium, menores requerimientos de opioides y menor tiempo hasta el alta



comparados con la premedicación o con inducción con presencia parental únicamente.

Entre las diferentes modalidades destacamos:

- 1- Programas de preparación psicológica e información multimodal: consiste en informar al paciente y padres/cuidadores de lo que ocurrirá el día de la intervención, proporcionándoles un medio adecuado con personal experimentado, evitando la mezcla con pacientes adultos en la medida que sea posible y salas de juegos. Sin embargo, esto constituye una modalidad costosa, laboriosa y poco viable en centros no pediátricos.
- 2- Presencia parental durante la inducción anestésica: ha demostrado proporcionar menos ansiolisis que la mediación oral con midazolam, aunque en algunos centros es considerado un derecho del niño y de los padres a respetar, y cuya acción puede resultar sinérgica con la premedicación.
- 3- Premedicación farmacológica: hoy día constituye la modalidad más utilizada y la más eficaz, aunque para algunos autores no debe ser considerada de rutina si las modalidades anteriores están suficientemente desarrolladas en el centro hospitalario a realizar la actividad pediátrica.

Premedicación farmacológica:

Las benzodiazepinas son el grupo farmacológico más usado en la premedicación en niños. Producen ansiolisis, sedación, amnesia y disminuyen las náuseas y vómitos postoperatorios. A pesar de su eficacia en el tratamiento de la agitación, la premedicación con midazolam no ha demostrado prevenirlo.

El agonista alfa 2 adrenérgico clonidina ha demostrado propiedades anestésicas, sedativas, simpaticolíticas y analgésicas como premedicación farmacológica.

Puntos clave a favor del uso de premedicación en niños:

- 1- La ansiedad preoperatoria en niños se asocia con resultados adversos, por lo que es imperativo tratarla con premedicación ansiolítica.
- 2- El uso preoperatorio de midazolam en niños se asocia a disminución en la ansiedad tanto en los niños como en sus padres.
- 3- La administración preoperatoria de midazolam conlleva una disminución en los cambios comportamentales postoperatorios.



- 4- Los padres de los niños que han recibido midazolam están más satisfechos con la experiencia quirúrgica.
- 5- La medicación preoperatoria como la clonidina reduce la ansiedad preoperatoria y el dolor postoperatorio.
- 6- El uso de midazolam provoca amnesia anterógrada que es beneficiosa para la recuperación del niño.

Argumentos en contra de la premedicación en niños:

- 1- Con los anestésicos modernos la necesidad de premedicación se ha reducido drásticamente.
- 2- La cumplimentación de un plan de información multimodal es una alternativa válida para la premedicación en muchos casos.
- 3- La presencia parental también reduce la necesidad de premedicación farmacológica de rutina.
- 4- El midazolam tiene un gran número de efectos indeseables como premedicación en pacientes pediátricos.
- 5- El efecto específico del midazolam bloqueando la memoria explícita y preservando la implícita es un serio problema especialmente en niños.
- 6- Si el anestesista decide el uso de premedicación farmacológica, sustancias como alfa-2 agonistas o la administración intranasal de opioides de corta duración es preferible al midazolam.

El fármaco ideal para la premedicación pediátrica debe cumplir los siguientes requisitos: presentación oral, nasal o rectal que evite la punción con agujas; tiempo de latencia y vida media cortas; debe permitir cumplir la mayoría de los objetivos de la premedicación pediátrica.

Este fármaco "ideal" no existe, por tanto, lo mejor es utilizar aquél fármaco con el cual estemos más acostumbrados a trabajar y conozcamos bien su farmacocinética y farmacodinámica.



Principales fármacos usados en premedicación:

MIDAZOLAM

Es una benzodiacepina de acción corta con acción agonista sobre los receptores GABA. Actualmente es el fármaco más usado en la premedicación pediátrica y ello se debe a las siguientes razones:

- Tiempo de latencia relativamente corto entre 10 y 30 minutos (tiempo medio de 20 minutos con una dosis de 0,25 mg / Kg VO)
- Tiempo de acción corto con respecto al resto de benzodiacepinas
- Presentaciones ideales para la premedicación: oral, nasal (asociado a escozor), sublingual y rectal, además de sus formas parenterales (IM e IV)
- Permite muchos de los objetivos de la premedicación pediátrica:
 - Ansiolisis preoperatorio tanto del niño como de los padres /cuidadores (nivel I de evidencia).
 - Disminuye la ansiedad asociada a la separación parental y a la inducción anestésica
 - Sedación
 - Amnesia anterógrada
 - Disminuye la incidencia de trastornos del comportamiento postoperatorios asociados con la ansiedad preoperatoria.
 - Disminuye la incidencia de náuseas y vómitos.

Sin embargo, presenta algunos efectos adversos a tener en cuenta:

- Reacciones paradójicas de comportamiento, incluidos importantes episodios de agitación y alteraciones de la función cognitiva durante el postoperatorio
- Depresión respiratoria: parece disminuir la capacidad residual funcional (CRF), la ventilación homogénea y la elastancia pulmonar, incluso a bajas dosis (0,3 mg / Kg VO), lo que puede comprometer la función pulmonar de pacientes con morbilidad respiratoria asociada u obesidad.



Dosis recomendadas (mg/kg):

- Vía oral: 0,3-0,5
- Vía intranasal: 0,2
- Vía rectal: 0,3-0,5
- Vía intramuscular: 0,08-0,2

Dosis mayores (0,75-1 mg/kg VO) no aumentan el beneficio ansiolítico y pueden causar ataxia preoperatorio o prolongación de la sedación en el periodo postquirúrgico.

Contraindicaciones:

- Hipersensibilidad a benzodiazepinas
- Miastenia gravis
- SAOS moderado-grave
- Obesidad
- Insuficiencia respiratoria grave o depresión respiratoria aguda
- Recién nacido y lactantes prematuros, por el riesgo de apnea
- Insuficiencia hepática grave, por riesgo asociado de encefalopatía
- Disminuir la dosis en insuficiencia renal
- Altos niveles de impulsividad basal contraindican el uso del midazolam por mayor evidencia de agitación y reacciones paradójicas

CLONIDINA

Agonista alfa 2 adrenérgico, prescrito históricamente como antihipertensivo. Fue introducido como fármaco de premedicación pediátrica en 1993. Su uso se está extendiendo debido a que presenta ciertas ventajas con respecto al uso del midazolam, como son:

- Sedación y niveles de ansiolisis más satisfactorios, relacionados con la dosis
- Menor agitación
- Analgesia postoperatoria
- Disminución de los requerimientos de sevoflurano en el intraoperatorio
- Mínimos cambios hemodinámicos en el niño sano a dosis adecuadas, ya que se han observado bradicardias con dosis de 5 mcg/kg o mayores
- No provoca trastornos en la función respiratoria
- No produce efectos cognitivos sobre la memoria



En cuanto a la disminución de náuseas y vómitos y al retraso en el alta hospitalaria, no presenta diferencias con el midazolam. Además, también tiene diversas presentaciones: oral, nasal (sin escozor asociado) y rectal. Su principal desventaja radica en su largo tiempo de latencia (45-60 minutos).

Dosis recomendadas (mcg/kg):

- Vía oral: 4
- Vía intranasal: 2

Estudios recientes concluyen que la premedicación con clonidina es superior a la premedicación con midazolam ya que proporciona mejor sedación, ansiolisis, analgesia postoperatoria y menor agitación con escasos efectos adversos. Por el contrario, también encontramos estudios que recomiendan el uso de midazolam como premedicación de rutina con un grado de evidencia A debido a que disminuye la ansiedad en niños.

Indicaciones premedicación:

- Niños mayores de 6-12 meses hasta 6 años, constituyendo el principal grupo a premeditar entre 2 y 5 años.
- Pacientes con experiencias hospitalarias previas desagradables.
- Pacientes incapaces de colaborar o de comunicarse: pe; retraso mental
- Adolescentes particularmente sensibles a la imagen corporal y a la pérdida de control.

Contraindicaciones premedicación:

- Menores de 6 meses
- Acceso intravenoso permeable

Situaciones donde premedicar:

- UCMA: midazolam VO
- Hospitalización
 - COT: clonidina VO o midazolam VO
 - ORL:
 - Si amigdalectomía: clonidina VO o midazolam VO
 - Si adenoidectomía sin SAOS: midazolam VO
 - Si cirugía de oídos: midazolam VO
 - Cirugía general



- Defectos de pared abdominal sin compromiso gastrointestinal: : clonidina VO o midazolam VO
 - Urología infantil: clonidina VO o midazolam VO
- "Casos especiales":
 - Compromiso respiratorio: SAOS, asma, episodio catarral reciente, obesidad: hidroxicina VO.
 - Cirugía gastrointestinal no urgente: ranitidina + metoclopramida VO 4 horas antes.
 - Cirugía urgente: ranitidina + metoclopramida IV 30 minutos antes (no usar metoclopramida si obstrucción intestinal o feocromocitoma).

3- MANEJO FLUIDOTERAPIA PERIOPERATORIA

El cálculo preoperatorio del estado de hidratación varía de los pacientes sometidos a cirugía electiva que no desarrollan o desarrollan déficit hídrico lentamente hasta los pacientes gravemente traumatizados que desarrollan déficit sanguíneo y del volumen intersticial en los cuales es más difícil calcular el balance hídrico.

La hipovolemia es la causa más común de fallo circulatorio en los niños y puede llevar a un estado crítico de perfusión tisular. Por tanto, la monitorización del gasto urinario es esencial para evaluar y tratar el déficit hídrico.

La tasa de administración de fluidos depende de la severidad y la rapidez de la deshidratación. El objetivo final de la fluidoterapia es mantener un correcto balance hidro-electrolítico y por tanto una adecuada estabilidad cardiovascular.

El restablecimiento de un adecuado volumen vascular es esencial para mantener la estabilidad cardiovascular, la perfusión de determinados órganos y una adecuada oxigenación tisular.

La sustitución del volumen intravascular perdido debería realizarse administrando soluciones isotónicas e isoosmólicas. Las soluciones cristaloides como el ringer lactato o el suero salino fisiológico, o incluso las soluciones coloides, pueden usarse.



El pronóstico de determinadas situaciones como shock séptico depende de la cantidad y la velocidad de la sustitución: cuanto más joven es el niño, mayor volumen de sustitución es necesario en función del peso corporal.

Fluidoterapia intraoperatoria:

La fluidoterapia intraoperatoria tiene como objetivo proporcionar los requerimientos basales metabólicos compensando el ayuno preoperatorio y reponiendo las pérdidas del campo quirúrgico.

El déficit del ayuno se calcula multiplicando el requerimiento de líquido horario por el número de horas de la restricción.

Guidelines for fluid administration of balanced salt solution in children according to the age and to the severity of tissue trauma(15)

1. First hour: plus item 3 below
25 ml·kg⁻¹ in children aged 3 years and under
15 ml·kg⁻¹ in children aged 4 years and over
2. All other hours (plus item 3 below)
Maintenance + trauma = basic hourly fluid
Maintenance volume = 4 ml·kg⁻¹·h⁻¹
Maintenance + mild trauma = 6 ml·kg⁻¹·h⁻¹
Maintenance + moderate trauma = 8 ml·kg⁻¹·h⁻¹
Maintenance + severe trauma = 10 ml·kg⁻¹·h⁻¹
3. Blood replacement 1 : 1 with blood or colloid or 3 : 1 with crystalloids

La cantidad de soluciones de hidratación requeridas durante la primera hora de anestesia es superior en niños más pequeños y jóvenes que en adolescentes más mayores debido a la gran pérdida de volumen del líquido extracelular.

La cantidad de fluido que se administra durante la primera hora debe reducirse en los niños que han realizado ayuno por un corto periodo de tiempo y en aquellos que han recibido fluidoterapia intravenosa previa a la cirugía.

La pérdida del tercer espacio varía desde 1 ml/kg/h en procedimientos de cirugía menor hasta 15-20 ml/kg/h en procedimientos de cirugía mayor abdominal o hasta incluso 50 ml/kg/h para cirugía de la enterocolitis necrotizante en niños prematuros. Cuanto más joven es el niño, mayor es la proporción relativa de



pérdida debido a la gran cantidad de volumen del líquido extracelular en niños más pequeños comparado con niños más mayores o adultos.

La solución de ringer lactato es probablemente el mejor cristalóide para restitución en cirugía mayor debido a que no provoca acidosis metabólica hiperclorémica como así lo provoca la restitución con grandes cantidades de suero salino fisiológico.

La administración intraoperatoria de soluciones isotónicas sin glucosa debe ser la práctica rutinaria en pacientes con edades comprendidas entre 4-5 años. La infusión de glucosa 120-300 ml/kg/h es suficiente para mantener un nivel de glucemia aceptable para prevenir la movilización lipídica.

En cuanto a las complicaciones, la hiponatremia es quizás el trastorno electrolítico más frecuente en pacientes hospitalizados, acarreado una elevada morbilidad que en casos extremos incluye el daño cerebral permanente e incluso el exitus.

Cualquier régimen de fluidoterapia puede desarrollar una hiponatremia. Una reciente revisión sistemática comparando ambas fluidoterapias en pacientes pediátricos hospitalizados, quirúrgicos o no, concluye que existe un riesgo 17,2 veces superior de desarrollar una hiponatremia con sueros hipotónicos.

La propia *Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland* (APA) no alcanza el consenso en su guía de fluidoterapia perioperatoria sobre el tipo de fluido para el mantenimiento en niños mayores de 1 mes, aunque la mayoría de los miembros del grupo de trabajo se inclina por el Ringer lactato o la solución de Hartmann con dextrosa¹⁰. La NPSA también se decanta por soluciones isotónicas para el mantenimiento perioperatorio con o sin dextrosa, individualizando la estrategia para cada caso.

Ambas entidades (APA y NPSA) aconsejan usar soluciones isotónicas para la reposición de déficits preoperatorios (innecesario para cirugía menor electiva con periodos de ayuno restrictivos) y pérdidas continuadas durante la intervención.



4- MONITORIZACIÓN PERIOPERATORIA

Los requerimientos de vigilancia para lactantes y escolares son muy similares a los del adulto, con algunas modificaciones. Los pacientes pediátricos más pequeños tienen márgenes de error más estrechos. La oximetría y capnografía de pulso adquieren un papel todavía más importante en los niños ya que la hipoxia por ventilación inadecuada es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad transoperatoria en pediatría.

El análisis del CO_2 al final del recambio permite evaluar la ventilación, confirmar la colocación del tubo endotraqueal y sirve de advertencia temprana de hipertermia maligna. Las cifras normales de $etCO_2$ varían entre 35-45 mmHg.

Una de las características más importantes de la capnografía es la temprana identificación de situaciones que pueden causar hipoxia, ya que los pacientes pediátricos presentan un elevado riesgo de desaturación arterial debido a su capacidad residual funcional (CRF) disminuída.

El manguito de la tensión arterial debe cubrir al menos dos tercios de la parte superior del brazo, pero no alcanzar la axila ni el espacio antecubital.

La temperatura debe vigilarse muy de cerca ya que los pacientes pediátricos tienen mayor riesgo de presentar hipertermia maligna, así como hipotermia e hipertermia iatrogénicas. La hipotermia puede prevenirse conservando caliente el ambiente del quirófano, calentar y humidificar los gases inspirados, uso de mantas y luces de calentamiento, así como calentar todos los líquidos intravenosos. En los lactantes pequeños, la temperatura esofágica, rectal o axilar son aceptadas. Debe tenerse cuidado de evitar quemaduras inadvertidas de la piel e hipertermia iatrogénica por intentos de calentamiento demasiado exigentes.

El análisis del índice biespectral (BIS) se basa en el análisis integrado del electroencefalograma (EEG) obtenido de electrodos situados en áreas fronto-parietales y expresado numéricamente en una escala de 0-100. Durante la anestesia pediátrica el índice BIS es de particular importancia para establecer la profundidad de la anestesia. La correlación entre el índice BIS y las drogas intravenosas es válido si propofol, midazolam, tiopental y fentanilo son usados.



El índice BIS puede usarse para guiar la administración de la anestesia en niños de más de 2 años de edad, aunque en niños de menos de 6 meses no existe relación entre los valores del índice BIS y otras medidas para monitorizar la profundidad de la anestesia.

La vigilancia invasiva (presión arterial invasiva, presión venosa central) requiere considerable experiencia y mucha precaución. A menudo se escoge la arteria radial derecha para canalizar en el neonato, porque su localización preductal sirve de reflejo del contenido de oxígeno de las arterias carótida y retiniana.

Un catéter femoral puede ser una mejor alternativa en neonatos muy pequeños. Los neonatos muy graves también pueden tener colocado un catéter en la arteria umbilical

Una medición importante del estado del volumen es la diuresis. En los recién nacidos lo adecuado es 0,5 ml/kg/h; para lactantes de más de un mes, 1 ml/kg/h suele indicar una perfusión renal adecuada.

Los recién nacidos prematuros o pequeños para la edad gestacional, quienes han recibido alimentación parenteral o aquellos cuyas madres son diabéticas tienen mayor riesgo de presentar hipoglucemia. Estos niños deben tener determinaciones frecuentes de la glucosa sérica.

5- VENTILACIÓN

El paciente pediátrico presenta unas diferencias y peculiaridades fisiológicas y fisiopatológicas tan específicas que hacen que tenga un comportamiento ante las enfermedades muy diferente al del adulto.

Las diferencias ventilatorias del paciente pediátrico frente al adulto son inversamente proporcionales a la edad del niño, haciéndose máximas en el prematuro hasta su cincuenta semana posconcepción. Después en el neonato a término, a continuación el gran salto se produce hasta el primer o segundo año de vida (menor de 10 kg), y estas peculiaridades siguen siendo significativas, hasta los tres o cuatro años de vida (menores de 20 kg), y poco a poco los sistemas y órganos completan totalmente su maduración, y a partir de los seis años hasta los



catorce, cada vez su comportamiento fisiológico y fisiopatológico es más parecido al del adulto.

El neonato al nacer tiene que generar una presión negativa altísima de hasta (-) 80 cm H₂O para poder expandir sus pulmones por primera vez. Este dato pone de relieve la gran importancia que tiene, para los pulmones del neonato, evitar el colapso pulmonar y las atelectasias, porque conseguir reclutar los alvéolos una vez cerrados requiere presiones mucho más elevadas que las necesarias para evitar que se colapsen.

La principal característica de los pulmones del neonato es su baja capacidad residual funcional (CRF) (niños menores de un año 25 ml/kg, frente al adulto 35-40 ml/kg) lo que condiciona varios aspectos; por un lado, una mayor tendencia al colapso pulmonar y formación de atelectasias y por otro un menor tiempo de oxigenación apneica. Esta disminución de la CRF se debe a las fuerzas elásticas pulmonares que tienden a colapsarlo y que no se ven frenadas por la caja torácica cartilaginosa que no impide que el pulmón se colapse. De esta manera, la CRF del neonato está muy cercana al volumen crítico de cierre alveolar, con lo cual ante la más mínima apnea, como por ejemplo en la inducción anestésica o administración de fármacos depresores respiratorios, el pulmón del neonato se va a colapsar más rápido que el del adulto.

Otra característica fisiológica del neonato que hay que tener muy en cuenta es que presenta un consumo metabólico de oxígeno de 2-2.5 veces superior al del adulto (neonato 6 ml/kg/min frente al adulto 3 ml/kg/min). Este consumo de oxígeno aumentado contribuye a que el tiempo de oxigenación apneica del neonato sea mucho menor en comparación con el adulto.

El tiempo de oxigenación apneica, definido como el tiempo que una persona permanece con saturación superior a 91% y sin ventilar, es importante tenerlo en consideración clínica porque es el tiempo del que vamos a disponer cuando inducimos un paciente para intubarlo. Así en un adulto sano el tiempo de oxigenación apneica puede ser de minutos mientras que en el neonato sano este tiempo es siempre menor de 30 segundos.

Otra diferencia de relevancia clínica es la inmadurez relativa del centro respiratorio del neonato que lo hace más lábil a la depresión respiratoria por opiáceos, ya que a dosis terapéuticas bajas (incluso de 1 µg/kg de fentanilo), puede aparecer apnea postanestésica prolongada, que debuta con una parada



respiratoria incluso horas después de una anestesia, por lo que se recomienda siempre una vigilancia monitorizada de al menos 24 horas después de una anestesia general de un neonato o prematuro hasta las 50 semanas postconcepción.

Existen unas implicaciones fisiológicas que hacen que las complicaciones derivadas de la ventilación mecánica invasiva sean más frecuentes y más graves que en el adulto. En primer lugar la distensibilidad del pulmón del neonato es muy baja ($< 5 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$) frente a la distensibilidad de la pared torácica que es muy elevada ($100 \text{ ml/cm H}_2\text{O}$). Esta disociación de distensibilidades hace que el neonato sea muy lábil al barotrauma en ventilación invasiva a presión positiva, ya que nunca la pared torácica va a contener o frenar la distensión de los pulmones

A la vez los niños pequeños generan grandes resistencias al flujo respiratorio, ya que diámetros más pequeños de tubos endotraqueales (3.5 - 4 mm), hacen que el flujo laminar se convierta en turbulento, por lo que la resistencia deja de ser lineal con relación al flujo, y pasa a ser proporcional al cuadrado del flujo. El factor más importante en la determinación de las resistencias al flujo inspiratorio y espiratorio es el radio, y por esta razón, un simple edema postintubación en el niño de 1-2 años puede significar un trabajo respiratorio tan importante que le lleva a una parada respiratoria en pocos minutos, ya que puede suponer una reducción del 50% de su luz traqueal.

Clásicamente se ha venido recomendando el empleo de los modos de presión porque se consideraba que se generaban menores presiones dentro de los pulmones que con los modos de volumen. Sin embargo, esta creencia choca con el principio matemático básico que define que la "compliance" pulmonar es igual al diferencial de volumen que se obtiene al aplicar un incremento de presión en su interior. Si la "compliance" pulmonar es constante y no varía, matemáticamente hablando daría igual aplicar un determinado volumen para obtener un incremento de presión determinado, que justo al revés, aplicar ese mismo incremento de presión y el resultante sería el mismo volumen. Por tanto, matemáticamente hablando da igual ventilar por presión que por volumen para unos mismos pulmones con una "compliance" determinada.

Sin embargo, sí hay diferencias entre ventilar por volumen y ventilar por presión. Cuando ventilamos por presión el flujo que emplea la máquina durante el tiempo inspiratorio es desacelerado, es decir, empieza siendo al principio muy



rápido y se hace cero al final del tiempo inspiratorio. Sin embargo, cuando ventilamos por volumen la máquina emplea un flujo elevado y constante durante todo el tiempo inspiratorio. Como las resistencias son proporcionales al flujo (flujo laminar linealmente y flujo turbulento exponencialmente) si tenemos que ventilar pacientes con altas resistencias en vía aérea (neonatos), el flujo constante y elevado de las modalidades de volumen van a provocar unas resistencias mucho mayores que el flujo desacelerado de los modos de presión.

La otra gran diferencia entre ventilar por volumen y ventilar por presión, es la ventilación ante situaciones de fugas paciente variables. Esta situación puede ser frecuente en pediatría cuando empleamos tubos sin neumotaponamiento o dispositivos supraglóticos tipo mascarilla laríngea, que no aseguran una estanqueidad perfecta y el sello depende de las presiones que utilizemos. Ante fugas paciente variables los modos de presión son siempre más útiles para asegurar una adecuada ventilación al paciente, ya que por definición la presión siempre compensará las fugas por altas que estas sean, siempre y cuando el generador de flujo sea lo suficientemente potente como para poder compensarlas, y en el caso de máquinas de anestesia el flujo de gas fresco que pautemos sea lo suficientemente elevado como para estar por encima del total de fugas y consumo de oxígeno.

El gran inconveniente que presenta los modos de presión especialmente dentro de quirófano es que no garantizamos de ningún modo el volumen corriente suministrado a los pulmones del paciente. En quirófano este fenómeno es especialmente peligroso ya que el niño está siendo continuamente manipulado por el cirujano. Cualquier presión que se ejerza sobre el tórax o abdomen del niño va a hacer que se reduzca bruscamente el volumen corriente entregado, y viceversa, si cesa esa presión y nosotros hemos aumentado la presión máxima con anterioridad, de repente aumentará mucho el volumen corriente entregado poniendo al niño en riesgo de volutrauma.



6- RESUMEN

ASA 1-2

PRE-OPERATORIAMENTE

VPA, CI

Analítica: hb , hemostasia ...

Posponer cirugía si $T^a > 38^{\circ}\text{C}$, tos productiva,

PREMEDICACIÓN

Midazolam: Vía oral: 0,3-0,5 mg/kg; 10-30 min antes

Protocolo NVPO

INTRA-OPERATORIAMENTE

Equipamiento y material acorde al tamaño del paciente

Posible inducción inhalatoria

Monitorización acorde con tipo de patología

Volumen pequeño y alta frecuencia respiratoria

RL +/- S. glucosalino

Evitar períodos de apnea

Taponar glotis si tubo sin neumo y riesgo aspiración

Intentar mantener la normalidad fisiológica (normotermia, normoglicemia)



6- BIBLIOGRAFÍA

- 1- Murats. Perioperative fluid therapy in pediatrics. *Pediatric Anesthesia* 2008 18:363-370
- 2- Yurtcu. Effects of fasting and preoperative feeding in children. *World J Gastroenterol* 2009 October 21; 15(39): 4919-4922
- 3- Dahmani S, Brasher C. Premedication with clonidine is superior to benzodiazepines. A meta analysis of published studies. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54:397-402.
- 4- Corey E. Challenges in pediatric ambulatory anesthesia: kids are different. *Anesthesiology Clin* 28 (2010) 315-328
- 5- Rosenbaum. The place of premedication in pediatric practice. Premedication is a necessary part of pediatric anesthesia. *Pediatric Anesthesia* 2009 19: 817-828
- 6- Larsson, Lonquist. Premedication in pediatric anesthesia should be individualized, and the choice of pharmacologic agent should be reconsidered. *Pediatric anesthesia* 2009 19: 817-828.
- 7- Britta. The Impact of Oral Premedication with Midazolam on Respiratory Function in Children. *Pediatric anesthesiology*. Vol. 108, No. 6, June 2009.
- 8- Dahmani. Premedication with clonidine is superior to benzodiazepines. A meta analysis of published studies. *Acta Anaesthesiol Scand* 2010; 54: 397-402.
- 9- Cao. Effects of premedication of midazolam or clonidine on perioperative anxiety and pain in children. *Bioscience trends*. 2009; 3(3):115-118.
- 10- Cox RG. Evidence based clinical update: does premedication with oral midazolam lead to improved behavioural outcomes in children?. *Can J Anesth* 2006/ 53: 12 / 1213-1219.
- 11- Saudan. Is the use of colloids for fluid replacement ármeles in children?. *Current Opinion in anaesthesiology* 2010, 23: 363-367.
- 12- Takil. . Early postoperative respiratory acidosis alter large intravascular volume infusion of Lactated ringers solution during major spine surgery. *Anesth Analg* 2002; 95: 294-8
- 13- Arieff AI. Postoperative hyponatraemic encephalopathy following elective surgery in children. *Paediatric Anaesthesia*. 1998;8(1):1-4
- 14- CHOONG. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalised children: a systematic review. *Arch Dis Child* 2006;91:828-835
- 15- Fernandez. Hiponatremia postoperatoria en pacientes pediátricos *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim.* 2009; 56: 507-510
- 16- Sammartino M. Capnography and the bispectral indes. Their role in pediatric sedation: a brief review. *International Journal of Pediatric* Vol 2010,
- 17- Peculiaridades de la ventilación mecánica en anestesia Pediátrica. *ANESTESIA EN PEDIATRÍA* Vol. 29. Supl. 1, Abril-Junio 2006 5269-5270