



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFALICA EN PEDIATRÍA

	REALIZADO	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAYO 2020		
NOMBRE	Carmen Ramil Fraga ¹ Iria González Rivera ² Oihana Martínez Azcona ²		
CARGO	¹ Coordinadora UCIP. Complejo Hospitalario Universitario A Coruña. ² Médico Adjunto. Complejo Hospitalario Universitario A Coruña		
REVISION			



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

Justificación del protocolo

Revisión y Actualización

Índice

1. Apartado 1: Introducción
2. Apartado 2: Concepto de ME
3. Apartado 3: Etiología y Epidemiología
4. Apartado 4: Diagnóstico Clínico de ME
5. Apartado 5: Precondiciones Clínicas
6. Apartado 6: Criterios Clínicos
 - 6.1. Coma no reactivo de causa conocida
 - 6.2. Ausencia de Reflejos Tronco-encefálicos
 - 6.3. Ausencia de respiración espontánea: Test de Apnea
 - 6.4. Periodo de observación: irreversibilidad
7. Apartado 7: Diagnóstico de ME en Situaciones Especiales
8. Apartado 8: Pruebas Diagnósticas Instrumentales
 - 8.1. Pruebas electrofisiológicas
 - 8.2. Pruebas de Flujo
9. Apartado 9: Aspectos Ético-Legales
10. Guía rápida
11. Bibliografía



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

1. Introducción

Hasta la segunda mitad del siglo veinte el diagnóstico de muerte se basaba en el cese irreversible de las funciones cardiorrespiratorias. La muerte por criterios neurológicos o Muerte Encefálica (ME) es una realidad histórica en los últimos 50 años y es la consecuencia de los avances tecnológicos en el campo biomédico como la ventilación mecánica y las medidas de soporte vital en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Los pacientes con lesiones cerebrales severas que presentaban datos clínicos de inactividad encefálica y con el resto de sus órganos funcionantes por el soporte que recibían plantearon una situación inédita relacionada con la futilidad terapéutica, el uso adecuado de la tecnología de soporte y a redefinir los criterios clásicos de muerte. En 1968 un Comité *ad hoc de la Universidad* de Harvard propone una nueva definición de muerte y por tanto del final de la vida basándose en el criterio de pérdida irreversible de la actividad encefálica (ME). Por otro lado en los pacientes en ME se pueden preservar durante un tiempo la funcionalidad del resto del organismo lo que hace posible la utilización de órganos de estos pacientes para la donación y el trasplante. Actualmente la ME está reconocida por la comunidad científica y aceptada por las legislaciones de diferentes países como la muerte de la persona.

2. Concepto de Muerte Encefálica

La ME se define como el cese irreversible de las funciones de todas las estructuras neurológicas intracraneales, tanto de los hemisferios cerebrales como del tronco cerebral.

3. Etiología y Epidemiología

Los pacientes pediátricos susceptibles de morir por criterios neurológicos (ME) representan un 15% del total de los fallecidos en las UCIPS (rango 10-20%). Las causas más frecuentes que pueden llevar a la ME son los traumatismos craneoencefálicos graves, la encefalopatía hipóxico-isquémica post parada cardiaca multifactorial, los infartos y accidentes cerebrovasculares, las infecciones del sistema nervioso central y una miscelánea que incluye el fallo hepático fulminante, la cetoacidosis diabética... en todos ellos el mecanismo fisiopatológico común es la



destrucción neuronal y el aumento de la presión intracraneal que supera el nivel de la presión de perfusión cerebral y como consecuencia produce un paro circulatorio cerebral.

4. Diagnóstico de ME

La historia clínica y la exploración neurológica sistemática, precisa y rigurosa, realizada por médicos con experiencia en pacientes pediátricos neurocríticos está considerada el pilar y el estándar para el diagnóstico de ME. Los criterios de diagnóstico clínico de ME son los mismos en adultos y en niños. Los recién nacidos (RN) y lactantes tienen unas consideraciones especiales al no haber un estándar consensuado por toda la comunidad científica y las legislaciones de los diferentes países (Algoritmo 1, Tabla 1).

5. Precondiciones Clínicas

Antes de iniciar las pruebas diagnósticas de confirmación de ME deberemos identificar en la historia clínica, en las pruebas diagnósticas realizadas al paciente y en los tratamientos recibidos todos aquellos factores que pueden alterar los hallazgos de la exploración. Dentro de estos requisitos se encuentran:

-La historia clínica deberá poner de manifiesto la causa del coma.

-Adecuada oxigenación y ventilación del paciente.

-Estabilidad hemodinámica: En las situaciones de shock con hipotensión severa el flujo sanguíneo cerebral puede estar muy disminuido, por ello es imprescindible que el paciente no presente depleción de volumen ni hipotensión significativa. En los niños deberá tenerse en cuenta la tensión arterial normal según los rangos por edad.

-Ausencia de hipotermia: La homeostasis térmica depende del hipotálamo anterior. En situaciones de ME puede perderse la función de termorregulación y se produce hipotermia espontánea y progresiva. Por otro lado, en los pacientes sometidos a hipotermia terapéutica se deberá recalentar al paciente antes de iniciar la exploración clínica. El flujo sanguíneo cerebral disminuye un 6% por cada grado que desciende la temperatura corporal (T^{a} °C). Ningún paciente hipotérmico debe ser considerado como muerto hasta que se haya recalentado. La temperatura central en los niños deberá ser igual o superior a 35 °C.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

-Descartar alteraciones metabólicas severas: Pueden producir depresión importante del nivel de conciencia y alterar la exploración neurológica, entre ellas destacan el coma hipoglucémico, la hipofosfatemia grave, la encefalopatía hepática y el coma hipotiroideo.

-Descartar el efecto de drogas y/o fármacos y tóxicos que puedan alterar los hallazgos de la exploración. Los pacientes neurocríticos con riesgo de hacer una ME, reciben habitualmente fármacos sedantes, hipnóticos y relajantes musculares que pueden alterar los hallazgos exploratorios. Es necesario retirarlos y esperar el tiempo necesario para su eliminación teniendo en cuenta los factores que interfieren con su farmacocinética (Tabla 2). Si el paciente ha tomado un fármaco o tóxico que no puede ser detectado, debe mantenerse en observación al menos 4 veces el tiempo de la vida media de su eliminación en sangre. Por otro lado debe tenerse en cuenta que puede haber interferencias por el uso de otras drogas, por disfunción de algún órgano o la propia hipotermia.

-Otros: Síndrome de enclaustramiento. Síndrome de Guillain Barré con afectación de nervios craneales y periféricos.

6. Criterios Clínicos

6.1. COMA ARREACTIVO DE ETIOLOGÍA CONOCIDA.

Es imprescindible establecer la causalidad del coma, para descartar factores que puedan simular una situación de ME por factores que alteran la valoración clínica y la exploración. El grado de profundidad del coma se valora por la ausencia de actividad espontánea y de respuesta motora a los estímulos dolorosos estandarizados integrados a nivel cortical. La estimulación se realiza a nivel de la región supraorbitaria, la articulación témporo-mandibular, o el labio superior, que exploran el nivel sensitivo del trigémino, y en el lecho ungueal del dedo. Los pacientes tienen que encontrarse en coma profundo (escala de Glasgow, escala de Glasgow modificada para lactantes, y escala de coma para recién nacidos). Tienen que tener hipotonía muscular generalizada, no presentar movimientos de decorticación o de descerebración y ausencia de respuesta vegetativa. La única actividad motora que pueden presentar es la de origen espinal. La ME conlleva la desconexión de la médula con las estructuras neurológicas intracraneales. Tras la ME pueden evidenciarse movimientos de base refleja o automatismos medulares, que se ponen de manifiesto al desaparecer las influencias encefálicas. Pueden ser espontáneos o provocados como los reflejos cremastérico, cutáneo abdominales, plantar flexor, reflejo de retirada, reflejos tónico-cervicales, reflejo



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

cérvico flexor del brazo, cérvico flexor de la cadera y cérvico abdominal. Dentro de la actividad espontánea puede detectarse mioclonías espinales y actividades tónicas en miembros superiores como el “Signo de Lázaro” que aparecen con el test de apnea o tras la retirada de soporte y que reflejan isquemia medular aguda. También son frecuentes los movimientos ondulantes de los pies tipo abanico y el priapismo. Existen también respuestas hemodinámicas con aumentos de la frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial (TA) que se producen con la flexión del cuello que están mediados por el simpático y desaparecen con bloqueantes ganglionares

6.2. AUSENCIA DE REFLEJOS TRONCOENCEFÁLICOS

Se deben explorar de forma bilateral en sentido rostro caudal y constatar la ausencia de todos ellos.

a. Reflejo fotomotor: Explora a nivel del mesencéfalo los pares craneales II y III. El reflejo se estudia con una luz potente. No puede haber reactividad pupilar ni reflejo consensual. En situaciones de ME las pupilas pueden ser redondas, ovales o dismórficas, de tamaño medio o midriáticas. Debe descartarse el efecto de anticolinérgicos como la tropicamida y la atropina iv. También se han visto dilatación pupilar con midriasis arreactiva por uso de dosis altas de fármacos vasoactivos como la adrenalina y la dopamina. Un problema frecuente para explorar este reflejo son los traumatismos faciales o de base de cráneo que impiden una adecuada exploración de ambos ojos.

b. Reflejo corneal: El nivel explorado es la protuberancia y se valora la actividad de los nervios V y VII par. Se realiza con una gasa o torunda de algodón una estimulación de la córnea y no puede presentarse ningún movimiento de parpadeo ni lagrimeo como respuesta. El reflejo corneal se puede alterar con los relajantes musculares y si existe un edema corneal significativo

c. Reflejo oculocefálico: Explora a nivel del bulbo protuberancial el VIII par y los pares III y VI. Llamado también ojos de muñeca. Se realiza manteniendo abiertos ambos ojos a la vez, realizándose giros rápidos de la cabeza en sentido horizontal. En condiciones normales los ojos se desvían al lado contrario del movimiento y vuelven luego a su posición de reposo. En ME la mirada permanece centrada y fija y no se evidencia ningún movimiento ocular.

d. Reflejo oculoestibular: Explora a nivel bulbo protuberancial el VIII par y los pares III y VI. Se realiza elevando la cabeza 30° para que el conducto semicircular lateral se encuentre vertical y la estimulación sea máxima. No puede realizarse si hay tapones de cerumen y/o perforación timpánica. Se inyectan en el conducto



auditivo externo 30-50 ml de salino a 0°C, manteniendo abiertos los ojos durante 1 minuto. La respuesta normal es un nistagmus lento hacia la zona irrigada, y un componente rápido alejado del conducto irrigado. Suele durar 2-3 minutos. Entre un oído y el otro es conveniente esperar 5 minutos para que se estabilice el sistema ocolovestibular. En situación de ME no hay nistagmus.

e. Reflejo nauseoso: Explora a nivel bulbar el X par. Se realiza estimulación del paladar, la úvula y la hipofaringe. No puede haber respuesta nauseosa.

f. Reflejo tusígeno: Explora a nivel bulbar el X par. Se introduce a través del tubo endotraqueal una sonda para estimular vigorosamente la tráquea, normalmente esto provoca tos. En ME no hay respuesta.

g. Test de la atropina: Explora a nivel bulbar la actividad del X par y de sus núcleos troncoencefálicos. Se administran 0.04 mg/Kg de atropina iv comprobándose la respuesta en FC. Tras su administración la FC no puede superar en 10% de la basal. Es importante no inyectar por una vía que lleve aminas. Puede aumentar la presión intracraneal por eso debe ser una de las últimas pruebas que se realizan.

6.3. AUSENCIA DE RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA: TEST DE LA APNEA

Es el último en realizarse. Se precisa una hiperoxigenación previa del paciente durante 15 minutos, y tener una presión arterial de CO₂ (PaCO₂) previa en rango normal alrededor de 40 mmHg para acortar el periodo de tiempo de desconexión del respirador. Se realiza una gasometría arterial para ver PaCO₂ antes de la prueba y calcular el tiempo de desconexión del paciente. Se desconecta del respirador y se conecta una sonda con oxígeno a 6-8 Litros/minuto para oxigenar por difusión. El tiempo necesario de desconexión suele ser de 8-10 minutos. Se observará que no hay ningún movimiento respiratorio, y se controlará la oxigenación por pulsioximetría y monitorización de la TA y la FC. En los adultos la elevación de PaCO₂ es de 2-3 mm Hg de PaCO₂ cada minuto, y en los niños puede ser hasta 5 mm Hg cada minuto por lo que la duración de la prueba suele ser inferior. Al finalizar el tiempo calculado se realiza una gasometría arterial y la PaCO₂ debe ser mayor de 60 mmHg que es el nivel en que se estimula el centro respiratorio. Tiene que haber ausencia de movimientos respiratorios espontáneos. Posteriormente se conecta el respirador con los parámetros previos.

Actualmente se está realizando el test de la apnea modificando conectando al tubo en T una válvula espiratoria para evitar el colapso alveolar. O bien manteniendo al paciente conectado al respirador en modo CPAP, lo que permite



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

además visualizar las curvas de presión, flujo y volumen generados en caso de respiración espontánea. El respirador no debe disponer de ventilación de seguridad para realizar este test

6.4. PERIODO DE OBSERVACION

Su objetivo es confirmar la irreversibilidad del proceso. La duración de este periodo es variable. En España se considera por ley un intervalo de 6 horas entre dos exploraciones clínicas. Cuando la causa es una encefalopatía hipóxico-isquémica se prolongará y el intervalo será de 24 horas. En niños menores de 2 meses no existe un consenso estandarizado, y se recomienda ampliar el periodo de observación que será mayor cuanto menor sea la edad del niño. En los Recién nacidos pretérmino (RNP) no existen guías internacionalmente aceptadas y se recomiendan periodos de observación mas prolongados de al menos 48 horas. En RN a término hasta el mes de vida se recomienda un periodo de observación de al menos 24 h. Del mes de vida a los 2 años el período recomendado es de 12 horas. El tiempo de observación puede acortarse a criterio médico si se realizan pruebas instrumentales que demuestren ausencia de flujo sanguíneo cerebral.

7. Diagnóstico de ME en Situaciones Especiales

El proceso de diagnóstico de ME sigue las mismas pautas en niños que en adultos pero con unas particularidades. La causa del coma en los lactantes muy pequeños no siempre es evidente. El aumento de la presión intracraneal (PIC) es mas lenta al tener las fontanelas abiertas y existir una hipotética mayor resistencia a la hipoxia-isquemia. En los prematuros y recién nacidos la exploración clínica puede ser difícil en la valoración de los reflejos troncoencefálicos. Hay que tener en cuenta según la edad gestacional el grado de maduración del sistema nervioso y el momento de aparición de los reflejos de tronco cerebral obliga en la exploración clínica a examinar otros reflejos como el reflejo de succión y el reflejo de búsqueda. Los periodos de observación son más prolongados, de mas de 48 horas en los pretérmino, de 24 horas en los menores de 1 mes, y de 12 horas hasta los 2 años. Estos periodos pueden acortarse a criterio médico si se realiza una prueba de flujo que muestre ausencia fehaciente de flujo cerebral.

Anencefalia: Se caracterizan por ausencia congénita de la mayor parte del cráneo y los hemisferios cerebrales, y suelen tener un tronco cerebral rudimentario parcialmente funcional. Los anencéfalos no cumplen los criterios clínicos actuales de ME.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

Otras: Lesiones severas del macizo facial en que no puede realizarse por dificultad o imposibilidad el diagnóstico clínico completo. Las lesiones infratentoriales en donde los reflejos de tronco están abolidos y no tiene respiración espontánea, pero pueden tener actividad hemisférica y flujo en la arteria cerebral anterior. En estos casos se deben siempre realizar pruebas instrumentales que evidencien ausencia de flujo encefálico.

8. Pruebas Diagnósticas Instrumentales

El diagnóstico de ME es clínico. La realización de pruebas instrumentales permiten reducir el periodo de observación y en los casos en que no se puede realizar el diagnóstico clínico completo por las particularidades concretas del paciente se utilizan para o bien objetivar ausencia de actividad eléctrica cerebral y/o ausencia de flujo. Existen dos grandes grupos de pruebas instrumentales: Electrofisiológicas y de Circulación Cerebral.

8.1. PRUEBAS ELECTROFISIOLÓGICAS

a. Electroencefalograma: Estudia la actividad bioeléctrica de la corteza cerebral en la convexidad de los hemisferios cerebrales, pero no la corteza de la base ni la profundidad hemisférica ni el troncoencéfalo. EEG plano no es igual a muerte cerebral. Existen unos criterios estandarizados para su realización, la duración del registro y su interpretación. Es un método sencillo, que se realiza a pie de cama y ha sido el más utilizado para el diagnóstico de ME. Tiene como inconveniente que puede interferirse con fármacos depresores del SNC en situaciones de hipotensión e hipotermia.

b. Bispectral Index Scale (BIS): Muy utilizado para controlar el grado de sedación de los pacientes en anestesia y en UCIP. No se considera una prueba instrumental de diagnóstico de ME. Su valor reside en que es una técnica de monitorización ampliamente utilizada en la UCIP y da una información continua y en tiempo real. Representa una señal de alarma cuando tiene un valor de 0 y una tasa de supresión (TS) de 100.

c. Potenciales evocados (PE): Registran la respuesta del SNC a un estímulo externo el cual provoca o “evoca” una señal eléctrica cortical de bajo voltaje. Para el diagnóstico de ME se utilizan más frecuentemente los potenciales somatosensoriales (PES) estimulando el nervio mediano. Exploran la integridad de la vía periférica, la médula cervical, el tronco cerebral y la corteza frontoparietal. En situaciones de ME las ondas que se registran son solo las del plexo braquial y las medulares pero no las generadas a nivel intracraneal. No son abolidos por los fármacos depresores del SNC.



8.1. PRUEBAS DE FLUJO

La ausencia de flujo sanguíneo cerebral es un criterio de irreversibilidad y diagnóstico de ME.

a. Doppler transcraneal (DTC): Estudia el flujo cerebral. Debe utilizarse una sonda que atraviese con facilidad la masa ósea del cráneo, y para ello se utilizan las zonas o ventanas donde el hueso es más fino: temporal, orbitaria y occipital. A través de la ventana temporal se explora las arterias cerebrales (AC): AC anterior, AC media, AC posterior y Arteria carótida interna (ACI). A través de la ventana orbitaria se explora la arteria oftálmica (AO) y el sifón carotideo (SC). A través de la ventana occipital se exploran las arterias vertebrales y la arteria basilar. En ME existen varios patrones de sonograma:

- Flujo reverberante, flujo bifásico o flujo sistólico invertido: Existe flujo en sístole, y el flujo en diástole es invertido. Indica que la PIC está por encima de la TAS y no hay perfusión cerebral.
- Espigas sistólicas: Solo se ven ondas sistólicas cortas y puntiagudas pero no se ve flujo en sístole ni en diástole.
- Ausencia de sonograma: No se detecta ninguna señal.

La utilización de DTC tiene la ventaja de que se puede realizar a pie de cama y no es invasivo. Se debe realizar por personal experto, en las dos ventanas temporales y oftálmicas, y en la occipital. Se aconseja realizarlo al menos en dos ocasiones con un intervalo mínimo de 30 minutos. Es uno de los métodos más usados actualmente en nuestro país como prueba de flujo. Los inconvenientes son que la ventana puede no ser adecuada hasta en un 10% de pacientes. Se han descrito falsos negativos en pacientes con cráneo abierto, craneotomía descompresiva o portadores de drenajes ventriculares.

b. Arteriografía cerebral: Ha sido considerada como el patrón oro para demostrar la ausencia de flujo cerebral. Se basa en la inyección de contraste arterial para visualizar la circulación. Existen tres maneras de realizarlas: Arteriografía clásica: canalización selectiva de las dos carótidas y de las dos arterias vertebrales. Arteriografía de los troncos supra-aórticos: la aorta ascendente. Angiografía por sustracción digital (ASD). Esta última tiene la ventaja de que es menos invasiva, y el contraste se puede inyectar tanto en vena como en arteria. La ausencia de contraste en las arterias cerebrales es diagnóstico de ME.



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

c. Angiogramografía cerebral con radiofármacos difusibles: Habitualmente se utiliza el Tecnecio 99-Hexametilpropilamina. En ME hay ausencia de captación parenquimatosa tanto a nivel de los hemisferios cerebrales como de la fosa posterior. Es característico el signo del “cráneo hueco”. Tiene una sensibilidad y especificidad del 100% pero es de uso limitado por la falta de disponibilidad en muchos hospitales.

d. Tomografía Axial Computarizada (TC): Desde hace unos años se realiza el diagnóstico de ME con angio-TC helicoidal con inyección de contraste en dos fases. Debe existir ausencia de contraste en la arteria basilar, arterias pericallosas y terminales del córtex, venas profundas, senos sagital superior y recto, y visibilidad realzada de la arteria oftálmica. Este estudio tiene falsos negativos hasta en un 60%. Actualmente se realiza el diagnóstico de ME con angio-TC y estudio de perfusión cerebral mediante el TC multicorte, con ello se obtiene una imagen de alta calidad y permite reconstrucciones tridimensionales del árbol vascular. En situaciones de ME se documenta ausencia completa de la circulación cerebral, con una especificidad del 100%.

9. Aspectos Ético Legales

El diagnóstico de ME tiene implicaciones médico-legales, éticas y antropológicas de gran relevancia. Es un diagnóstico de certeza por lo que la seguridad en el diagnóstico clínico, de las pruebas instrumentales y los períodos de observación que confirmen la irreversibilidad deben cumplirse de forma escrupulosa. Los criterios diagnósticos para determinar la ME son los mismos sean o no donantes de órganos. La hora de la muerte es la del momento en el que se completa el diagnóstico de ME. La certificación la realizará el médico responsable del niño que ha completado el diagnóstico. En el supuesto de que exista parte judicial será el médico forense el que firme el certificado de fallecimiento. Si el niño en ME es donante de órganos la ley establece que deberán ser tres médicos, uno de ellos el médico responsable del paciente, no relacionados con el equipo de trasplante. La retirada del soporte farmacológico y/o instrumental una vez realizado el diagnóstico de ME no es una limitación terapéutica, es buena práctica médica y legal y solo se justifica su mantenimiento con el objetivo de mantener la perfusión de los órganos en los casos en que se autorice la donación. Es imprescindible que los pediatras del área de críticos (intensivistas pediátricos y neonatológicos, anestesiólogos) tengan formación actualizada y experiencia en el proceso diagnóstico de ME.



Guía rápida

Algoritmo 1. Diagnóstico ME no complicada

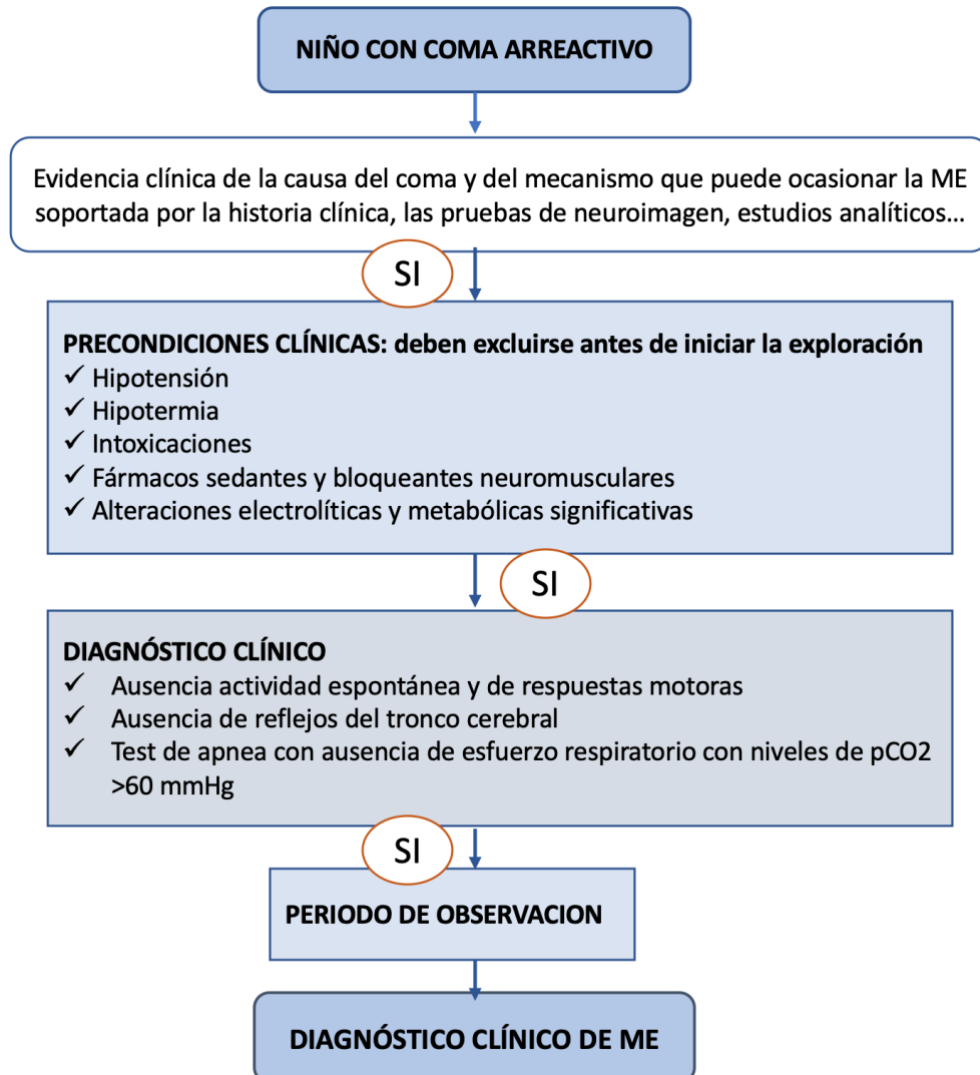




Tabla 1. Check list diagnóstico ME

ME LACTANTES Y NIÑOS	
1. PRECONDICIONES CLÍNICAS: deben excluirse antes de iniciar la exploración	
A. Causa de coma irreversible e identificable: <input type="checkbox"/> TCE. <input type="checkbox"/> Encefalopatía hipóxico-isquémica <input type="checkbox"/> Enfermedad metabólica <input type="checkbox"/> Otros	
B. Corrección de factores que pueden interferir en la exploración neurológica	
a. Tª > 35 °C	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
b. TAS/TAM en rango para la edad	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
c. Excluido efecto de tóxicos como factor de confusión	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
d. Excluidas alteraciones metabólicas severas	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
e. Excluido efecto de sedantes y relajantes musculares	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
2. EXPLORACIÓN FÍSICA (puede presentar reflejos de la médula espinal)	
a. Hipotonía, ausencia de respuesta a estímulo doloroso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
b. Pupilas medias o dilatadas con ausencia de respuesta a la luz	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
c. Ausencia de reflejo corneal	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
d. Ausencia de reflejo oculocefálico	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
e. Ausencia de reflejo oculovestibular	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
f. Ausencia de reflejo nauseoso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
g. Ausencia de reflejo tusígeno	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
h. Test de la atropina (ausencia de aumento de FC > 10% FC basal).	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
3. TEST DE LA APNEA	
Ausencia de esfuerzo respiratorio con PaCO ₂ ≥ 60 mmHg y aumento de ≥ 20 mmHg respecto a la basal. Pre-test PaCO ₂ : _____. Duración apnea: _____ Post-test PaCO ₂ : _____	
4. PRUEBAS DIAGNÓSTICAS INSTRUMENTALES. Obligatorio realizar en los siguientes casos:	
<ul style="list-style-type: none">- Lesiones severas del macizo facial que dificultan la exploración.- Intolerancia al test de la apnea.- No evidencia de lesión cerebral clínica o neuroradiológica.- Presencia de lesiones infratentoriales.- Interferencia de tóxicos o fármacos depresoras del sistema nervioso central.- Para acortar el periodo de observación.	
a. Pruebas electrofisiológicas	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> EEG <input type="checkbox"/> Potenciales evocados	
b. Pruebas de flujo	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Doppler transcraneal <input type="checkbox"/> Arteriografía <input type="checkbox"/> Angiogramagrafía <input type="checkbox"/> TC <input type="checkbox"/> Otros	



PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

Tabla 2. Fármacos analgésicos, sedantes y relajantes musculares más utilizados en UCIP y semivida de eliminación.

Fármaco	Niños	Neonatos
Midazolam	2.9 - 4.5 horas	4 -12 horas
Fentanilo	≤ 4-5 años: 24 horas 5 -14 años: 21 horas Si perfusión prolongada > 36 horas	1 -15 horas
Morfina	1 -3 meses: 5-10 horas 6 meses -2.5 años: hasta 7 horas >3 años: 1 -2 horas	6 -7 horas
Tiopental	3 -11.5 horas (menor en niños)	
Clonazepam	22 -33 horas	
Lorazepam	Lactantes: 18 -73 horas Niños: 6 -17 horas	40 horas
Fenobarbital	25 horas	45-500 horas
Ketamina	2.5 horas	
Etomidato	2.6 -3.5 horas	
Rocuronio	0.8 -2.4 hora	
Vecuronio	41 minutos	65 minutos



SECIP

SOCIEDAD Y FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE CUIDADOS INTENSIVOS PEDIÁTRICOS

PROTOCOLO DE MUERTE ENCEFÁLICA EN PEDIATRÍA

10. Bibliografía

1. Nakagawa TA, Ashwal S, Mathur M, Mysore MR, Bruce D, Conway EE, *et al.* Guidelines for the determination of brain death in infants and children: an update of the 1987 Task Force recommendations. *Crit Care Med.* 2011;39(9):2139-2155. doi:10.1097/CCM.0b013e31821f0d4f
2. McIntosh N, Abbot J, Azzopardi D, Bierley J, Kennedy C, Marshment V, *et al.* Royal College of Paediatrics and Child Health. The diagnosis of death by neurological criteria in infants less than two months old. April, 2015.
3. Real Decreto 1723/2012, del 28 de diciembre, por el que se regulan las actividades de obtención y utilización clínica de órganos humanos y la coordinación territorial de los órganos humanos destinados al trasplante de órganos y se establecen requisitos de calidad y seguridad. (BOE nº 313) Sábado 29 de diciembre de 2012: 89315-89348
4. Ashwal S, Serna-Fonseca T. Brain death in infants and children. *Crit Care Nurse.* 2006;26(2):117-128.
5. Casado Flores J. Muerte encefálica. Criterios diagnósticos. En: Casado J, Serrano A (eds): Urgencias y tratamiento del Niño Grave. Síntomas guía, técnicas y procedimientos. Ergón 2ª edición. Madrid 2007:571-7.
6. Agra Tuñas MC. Modos de fallecimiento de los niños en Cuidados Intensivos en España. Estudio MOMUCIP (modos de muerte en UCIP). *An Pediatr (Barc)* 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2019.01.016>
7. Asociación Española de Pediatría y Organización Nacional de Trasplantes. Recomendaciones nacionales sobre donación pediátrica. Octubre 2019.
8. López Herce Cid J, Calvo Rey C, Rey Galán C, Rodríguez Núñez A Manual de Cuidados Intensivos Pediátricos. Publ Med 5ª Ed. Madrid 2019.
9. Wijdicks EF. The diagnosis of brain death. *N Engl J Med.* 2001;344(16):1215-1221. doi:10.1056/NEJM200104193441606
10. Kirschen MP, Francoeur C, Murphy M, Traynor D, Zhang B, Mensinger JL, *et al.* Epidemiology of Brain Death in Pediatric Intensive Care Units in The United states. *JAMA Pediatr.* 2019;173(5):469-476. Doi:10.1001/jamapediatrics.20029.0249.
11. Bonetto G, Taffarel P, Gamerman M, Barón FJ, Gaviña C, Flores L, *et al.* Brain death and organ donation in Argentine pediatric intensive care units. A multicenter study. *Arch Argent Pediatr.* 2018;116(1):e54-e60. doi:10.5546/aap.2018.eng.e54