

SUPLEMENTO**Muerte encefálica**Héctor R. Díaz Águila¹**Puntos clave**

- El diagnóstico de muerte encefálica es clínico. En ocasiones se requiere realizar investigaciones confirmatorias.
- El diagnóstico de muerte encefálica debe realizarse por tres facultativos expertos ajenos al proceso de donación de órganos / trasplante.
- El paciente diagnosticado con muerte encefálica se encuentra legalmente fallecido.
- Una vez diagnosticada la muerte encefálica se procederá a: realizar extracciones de órganos para trasplantes (previo consentimiento perso-

nal o de sus familiares en caso que el fallecido cumpla con los criterios de donante), o a retirar los soportes vitales y entregar el cadáver a los familiares (cuando no se autorice la extracción de órganos para trasplante).

- Los pacientes con muerte encefálica que sean candidatos a donantes de órganos, se mantendrán bajo tratamiento intensivo con soporte vital para conservar viables los órganos hasta el momento de la donación.

Introducción

Preocupaciones sobre aspectos médicos, éticos, legales, teológicos, filosóficos, históricos, culturales, alrededor de la muerte han tenido repercusiones llenas de incertidumbres; ha sido una interrogante que ha acompañado al hombre desde los inicios de la historia.

Tanto la enunciación como la determinación de la muerte se han convertido en complejas y difíciles tareas no solamente para la comunidad médica, sino para todos los eslabones de la sociedad: desde los gobiernos hasta el público en general.

En las unidades de cuidados intensivos se disponen con medios para mantener las funciones vitales en pacientes en estado crítico con el objetivo de que el organismo se recupere de los daños estructurales o funcionales por los mecanismos intrínsecos de reparación; como resultado de la terapéutica impuesta o ambos; sin embargo, hay pacientes que fallecen a pesar de todos los esfuerzos y medios empleados.

Se reciben además en estas unidades, pacientes con lesiones encefálicas graves irreversibles, los que constituyen un reto para la medicina intensiva por cuanto se trata de pacientes a los que hay que realizar el diagnóstico de muerte encefálica

(ME), proceder que conlleva una gran responsabilidad ética, legal y profesional.

El término “muerte encefálica” debe ser diferenciada de la muerte cerebral; esta última tomada del inglés “brain”, que no debe traducirse literalmente como “cerebro”, sino como encéfalo, que incluye todas las funciones superiores y las del tallo cerebral; por tanto, en español debe utilizarse el término “muerte encefálica”. También se ha considerado como criterio de muerte, a la muerte cortical, definida como el cese de las funciones de la corteza y neocorteza cerebral con la presencia de reflejos de tallo; criterio que han reconocido algunos países; no ha sido generalmente aceptado y continúan sus discusiones con diferentes argumentos.

Por otra parte, el trasplante de órganos es la única alternativa terapéutica de utilidad para personas con enfermedades terminales por disfunción irreversible de diferentes órganos; de esta forma existe una íntima relación entre la ME y la donación de órganos; sin embargo, el principal objetivo del diagnóstico de muerte encefálica no es la donación de órganos para trasplante.

Evolución histórica de los criterios de muerte

En el mundo antiguo, se valoraba el cese de los movimientos respiratorios para considerar que una persona había fallecido.

En la antigua Grecia se postulaba que el corazón era el órgano donde se asentaba la vida, los lati-

dos del corazón distinguían en aquel momento los estados de vida o muerte.

Más tarde, a principios del siglo XVII, el médico papal Paulus Zachías estableció la putrefacción de los cadáveres como signo de muerte (se evitaba así los enterramientos de personas vivas).

Con el descubrimiento de la circulación sanguínea por William Harvey, fue considerada la muerte cuando cesaban los latidos cardiacos.

A finales del siglo XVIII en Francia se realizaron los primeros intentos de respiración artificial para la reanimación de víctimas por ahogamiento y sofocación.

En el año 1774, se inició la reanimación con estímulos eléctricos en el tórax.

En el siglo XVIII se describieron nuevos métodos para determinar la muerte de una persona con pruebas para comprobar la respiración: el espejo, la pluma, la vela frente a la nariz y la inmersión en agua, para detectar burbujas de aire.

Laenec inventó el estetoscopio en 1819, mediante este instrumento se apreciaba la ausencia de latidos cardiacos y ruidos respiratorios para diagnosticar la muerte.

La primera reanimación exitosa fue documentada en 1898 en Francia, cuando se atendió a un paciente operado de apendicitis aguda que realizó una parada cardiaca.

En la década de los 40 del siglo XX se iniciaron los estudios y tratamiento de control del ritmo cardíaco.

En 1947 se reportó la primera desfibrilación eléctrica exitosa en un paciente que había permanecido durante 70 minutos con fibrilación ventricular.

Se había considerado desde hacía siglos el cese de los latidos cardiacos como criterio de muerte.

Definición de muerte encefálica

Han sido desarrolladas varias definiciones sobre la ME, también denominada "muerte por criterios neurológicos", la globalmente aceptada es "la pérdida irreversible de todas las funciones cerebrales incluyendo los reflejos de tallo cerebral". Los tres elementos que definen la muerte encefá-

Diagnóstico de muerte encefálica

La presencia de una lesión encefálica estructural irreversible es el elemento cardinal para realizar el diagnóstico de ME.

Inicialmente, *The Uniform Determination of Death Act (UDDA)* efectuada en 1981 estableció el diagnóstico de ME considerando "el cese irreversible de todas las funciones cerebrales incluyendo las del tallo encefálico"; más tarde, en 1995, *The American Academy of Neurology Practice*

Se iniciaron situaciones desconocidas hasta el momento: desarrollo de los respiradores mecánicos efectivos; avances de medios de mantenimiento circulatorio y la resucitación en emergencia cardiorrespiratoria (reanimación).

A partir de entonces, los médicos enfrentaban un estado imposible de imaginar previamente: una condición bajo la cual el cerebro perdía sus funciones mientras otros órganos del cuerpo se mantenían funcionando. El dilema consistía en: ¿Se encontraba vivo el paciente en aquel estado? Los neurólogos franceses Mollaret y Goulon describieron el coma depasé en el año 1959; en el cual los pacientes presentaban daños neurológicos irreversibles, ausencia de actividad eléctrica cerebral y evolución hacia la parada cardiorrespiratoria.

En el año 1968, apareció una trascendental publicación en *Journal of the American Medical Association*, referida al informe *Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School*, en la cual se hacía referencia a una nueva definición de coma irreversible, la cual fue conocida como el Criterio Harvard, primera tentativa de definir legalmente la ME.

En 1981 la Comisión Presidencial para el estudio de los problemas éticos en Medicina y la Investigación Biomédica y del Comportamiento, de los Estados Unidos de América, publicó el documento "Definiendo la muerte: Aspectos médicos, legales y éticos en la determinación de muerte".

A partir de ahí se ha considerado que no deben existir dos especificaciones diferentes de muerte; una definición de muerte debería incluir solo un único criterio y no se debe hablar de muerte clínica, muerte biológica; finalmente, el término muerte encefálica implica la muerte del individuo.

lica son: 1) coma; 2) ausencia de reflejos de tallo cerebral y 3) apnea. Esta es la definición actualmente utilizada universalmente. Hasta hoy, no se ha documentado en la literatura médica ningún caso con diagnóstico de ME que haya recuperado las funciones neurológicas.

Parameter (AANPP) publicó las Guías para el diagnóstico de ME en adultos; dichas Guías fueron revisadas en 2008 y posteriormente en 2010, por cuanto muchos centros hospitalarios no habían considerado una adherencia a las Guías propuestas en 2008.

A pesar de los esfuerzos realizados por la *American Academy of Neurology*, se observan diferencias en varias regiones con relación a las

políticas y documentación con relación a la determinación de la ME en muchas instituciones de salud, sin embargo, los principios básicos para el diagnóstico de ME han permanecido sin grandes variaciones durante los últimos años.

Diagnóstico clínico de muerte encefálica en adultos

I- Pre-requisitos

A. Evidencia clínica o mediante neuroimágenes de una lesión del sistema nervioso central con lesión estructural irreversible del encéfalo.

B. Ausencia de las siguientes condiciones

1. Trastornos electrolíticos; del equilibrio ácido básico; disfunción endocrina; hiperamonemia severa
2. Intoxicaciones por drogas; envenenamientos; agentes sedantes o parálisis neuromuscular
3. Hipotermia (temperatura central menor de 96.8°F / 36°C)
4. Hipotensión arterial (tensión arterial sistólica menor de 90 mmHg o tensión arterial media menor de 60 mmHg)
5. Hipoxemia o hipoventilación

II- Presencia de coma/ausencia de respuestas a estímulos externos

Ausencia de cualquier respuesta ante estímulos nocivos táctiles; auditivos; estimulación periférica o craneal

III- Ausencia de reflejos de tallo encefálico

A. Ausencia de respuesta pupilar

1. Pupilas medianamente dilatadas o midriáticas;
2. Respuesta a la luz ausente.

B. Ausencia de movimiento ocular

1. Ausencia del reflejo oculocefalógiro
2. Ausencia del reflejo vestibular

C. Ausencia de reflejo corneal

D. Ausencia de reflejos faríngeo y traqueal

1. Ausencia de reflejo a la estimulación de la faringe en su porción posterior
2. Ausencia de tos durante la aspiración traqueal
3. Ausencia de respiraciones espontáneas

IV- Test de apnea

A. Pre-requisitos

1. Temperatura corporal central mayor de 96.8°F / 36°C
2. Tensión arterial sistólica mayor de 100 mmHg (con o sin apoyo inotrópico o vasopresor)
3. pCO₂ arterial = 40±5 mmHg
4. pO₂ arterial mayor de 90 mmHg

B. Maniobras del test de apnea

1. Preoxigenar al paciente para obtener una pO₂>200 mmHg y mantener después una FiO₂ 100% durante toda la prueba

2. Desconectar al paciente del ventilador o cambiar de modalidad ventilatoria a CPAP (debe cancelarse la ventilación en apnea). Monitorización con oxímetro de pulso.

3. Administrar oxígeno al 100% mediante un catéter traqueal a nivel de la carina, durante toda la prueba (en pacientes desconectados del ventilador mecánico)

4. Realizar hemogasometrías seriadas cada 8 a 10 min. Reconectar el paciente al ventilador si: a) pCO₂ ≥ 60 mmHg o b) pCO₂ mayor de 20 mmHg con relación a las cifras basales habituales del paciente

5. Suspender la prueba de apnea y reconectar inmediatamente al paciente ante cualquiera de las siguientes circunstancias

- a. Disminución de la tensión arterial sistólica por debajo de 90 mmHg o evidencia clínica de choque
- b. Desaturación arterial de oxígeno (<85 mmHg por más de 30 segundos)
- c. Aparición de arritmias cardíacas con compromiso hemodinámico
- d. Presencia de movimientos respiratorios

C. Prueba de atropina

Mediante monitorización cardíaca, oximetría de pulso o medición manual, se registra la frecuencia cardíaca.

Se administran 0,04 mg x Kg de peso corporal de sulfato de atropina IV en bolo y se mantiene observación de la frecuencia cardíaca; transcurridos 10 minutos de observación, la frecuencia cardíaca no debe exceder el 10% de la cifra anterior a la administración de la atropina.

V- *Pruebas instrumentales* (deberán realizarse en caso de que los reflejos de tallo y la prueba de apnea no puedan ser completados satisfactoriamente) o para acortar el periodo de observación.

1. Angiografía cerebral por catéter
2. Tomografía cerebral por emisión de protones
3. Doppler transcraneal
4. Electroencefalografía
5. Potenciales somatosensoriales evocados
6. Analítica del tejido cerebral por microdiálisis (en evaluación)

El diagnóstico de ME debe ser realizado por al menos TRES expertos en el tema, que tengan un amplio y adecuado conocimiento sobre ME y que apliquen con el máximo rigor y profesionalidad tanto los protocolos para el diagnóstico de ME, como para disipar todas las dudas razonables al respecto (en caso de ser un número mayor, se recomienda que conformen un número impar) que NO pertenezcan a los equipos de extracción de órganos o de trasplantes.

Los resultados de las evaluaciones clínicas y de los exámenes complementarios deberán estar reflejados correctamente en la documentación establecida según protocolos de cada institución.

Las Guías de la *American Academy of Neurology* de 2010, consideran que cuando existe evidencia de lesión estructural encefálica irreversible, y las pruebas clínicas efectuadas confirman la muerte neurológica, es incuestionable su diagnóstico; por tanto, no son necesarias la realización de investigaciones complementarias ni la segunda prueba confirmatoria, la que se encuentra protocolizada en muchas instituciones de salud.

Existe evidencia que se ha incrementado el rechazo de donación de órganos por la demora en el diagnóstico de muerte encefálica.

Conducta a seguir ante un paciente diagnosticado de muerte encefálica

Una vez diagnosticada la muerte encefálica se procederá a: realizar extracciones de órganos para trasplantes (previo consentimiento personal o de sus familiares en caso que el fallecido cumpla con los criterios de donante), o a retirar los soportes vitales y entregar el cadáver a los familiares (cuando no se autorice la extracción de órganos para trasplante).

La fuente fundamental de obtención de órganos para donación son aquellos pacientes con diagnóstico de ME.

Se requiere, por tanto, realizar el reconocimiento temprano de pacientes con signos clínicos de ME para no demorar las acciones que deberán realizarse para la obtención de órganos para donación.

Las principales guías para la atención de donantes en ME señalan que el tiempo óptimo transcurrido entre el diagnóstico y la extracción de órganos debe ser entre 12 y 24 horas.

El primer aspecto a considerar es la información a los familiares sobre la condición que presenta el paciente. Se realizará la entrevista en un local apropiado, con la requerida comodidad y privacidad, donde se le ofrecerá la información con relación al fallecimiento del paciente y serán respondidas todas las preguntas que se planteen por sus seres queridos y amigos.

Se recomienda que en cada centro se confeccione un protocolo que recoja toda la información requerida para el diagnóstico, tratamiento y conducta de los pacientes con ME.

Posibles errores en el diagnóstico de la muerte encefálica

- No adherencia a las recomendaciones de los protocolos
- No tener en consideraciones las intoxicaciones, hipotermia, uso de drogas, para iniciar el diagnóstico de muerte encefálica
- No evaluar estados de choque, trastornos metabólicos e hidroelectrolíticos
- Maniobras inadecuadas durante el examen clínico
- Realización de las pruebas de ME por miembros del equipo de extracción de órganos o de trasplante
- Realización de pruebas complementarias en situaciones no confiables: Doppler transcrañeal en pacientes con trauma de cráneo abierto o la electroencefalografía, que no detecta posible actividad eléctrica en las profundidades del tallo encefálico.

Se recomienda que se encuentren presentes en la entrevista: el médico jefe del servicio de Medicina Intensiva; otros médicos de asistencia; trabajador social; el psicólogo de la unidad y el sacerdote.

Cuando se considere que algún paciente presenta ME, se procederá a realizar su diagnóstico en correspondencia a los protocolos vigentes al respecto.

En nuestra experiencia, al realizar la exploración clínica para el diagnóstico de ME, se ha invitado a estar presente a algún familiar, si este lo considerara pertinente; de esta forma, se inicia el proceso de información sobre la muerte del paciente y se facilita la autorización de la donación de órganos.

Los pacientes con diagnóstico de muerte encefálica y posibles donantes de órganos, serán atendidos por un equipo multidisciplinario, con monitorización continua de parámetros vitales; recibirán un tratamiento intensivo con soportes vital respiratorio; cardiovascular; renal; vigilancia del medio interno (hidroelectrolítico, ácido básico y gasométrico); del estado metabólico; control de la temperatura (evitar hipotermia) y de la protección de los órganos a trasplantar.

Se realizarán investigaciones de laboratorio de acuerdo a protocolos de cada institución y orien-

tados por el Comité de Donación de Órganos y Trasplantes.

- Estudio hematológico completo
- Determinaciones hemoquímicas (glicemia, función renal, función hepática y otras en dependencia a los órganos que serán extraídos para donación)
- Ecocardiografía
- Ultrasonografía abdominal
- Estudios de histocompatibilidad
- Determinación de antígenos y anticuerpos para hepatitis
- ELISA para virus de inmunodeficiencia humana, citomegalovirus
- Estudio serológico para sífilis.
- Estudios imagenológicos (radiográficos, tomografía computada)

Consideraciones terapéuticas específicas

Ventilación pulmonar

Se recomienda emplear estrategias de ventilación pulmonar controlada idéntica a la practicada en pacientes críticos por otras causas. El objetivo es mantener la paO_2 por encima de 80 mmHg con una adecuada relación paO_2/FiO_2 y la $paCO_2$ alrededor de 40 mmHg.

Función cardiovascular

Los pacientes con muerte encefálica presentan inestabilidad de la tensión arterial por vasodilatación y alteraciones de la volemia; se impone una monitorización (PVC, PICCO, catéter en la arteria pulmonar, ecocardiografía), para mantener una adecuada volemia y presión arterial media por encima de 60 mmHg, ello garantiza la presión de perfusión adecuada de los órganos y tejidos que serán donados. El control de la misma se realizará mediante una adecuada hidratación y el uso de noradrenalina cuando la hipotensión sea secundaria a vasodilatación. En caso de depresión miocárdica con función sistólica global disminuida se impondrá tratamiento con drogas inotrópicas.

Arritmias cardíacas. Se producen por trastornos hidrominerales; disfunción autonómica; hipotermia o disfunción hormonal. Su tratamiento es similar al empleado en cualquier paciente crítico salvo la siguiente observación: las bradiarritmias en pacientes con muerte encefálica no responden a la

Lecturas recomendadas

- A Definition of Irreversible Coma. Report of the Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death. *JAMA*. 1968;205(6):337-340.
- Busl KM, Greer DM. Pitfalls in the Diagnosis of Brain Death. *Neurocrit Care* 2009; 11:276-287

atropina; algunos casos requieren el implante de un marcapasos transitorio. La parada cardíaca se trata con las maniobras habituales de reanimación cardíaca.

Hipotermia

La muerte encefálica involucra la función termorreguladora del hipotálamo; la temperatura corporal se equilibra con la temperatura ambiental por lo que se requiere la utilización de mantas térmicas, la administración de fluidos intravenosos previamente calentados.

Tratamiento hormonal

Se deberá mantener un control de la glicemia, pero no existe evidencia sobre el control estricto de sus cifras. Se propone mantener un rango de cifras seguras de glicemia: 100-140 mg/dl (5,5-7,7 mmol/L). En caso de mantenimiento prolongado de donantes, la disminución del cortisol plasmático, pudiera disminuir la viabilidad de algunos órganos a trasplantar; en pacientes con extrema inestabilidad de la tensión arterial que no se logra corregir con adecuada hidratación y uso de drogas vasoactivas, se recomienda la administración de metilprednisolona (15 mg/Kg en bolo cada 24 hs). Lo mismo ocurre con las hormonas tiroideas, pudieran emplearse en casos con deficiencia extrema de las mismas; sin embargo, estudios controlados no han demostrado su utilidad.

Otras consideraciones

Se deberá mantener el pH sanguíneo en valores cercanos a 7.4. Se recomienda la utilización profiláctica de antibióticos: amoxicilina/clavulonato (2 g c/6 h), en pacientes alérgicos a betalactámicos, se utiliza levofloxacino (500 mg c/12 h). Pacientes con estancia prolongada en UCI, se deberán emplear antibióticos en correspondencia con la flora habitual de la unidad. Se deberá discontinuar la nutrición enteral porque la pérdida del tono vagal por la muerte encefálica, disminuye la motilidad intestinal y dificulta la absorción de nutrientes.

Protección de córneas.

Finalmente, el empleo de protocolos estandarizados para la atención y mantenimiento de donantes, ha disminuido el riesgo de pérdidas de órganos por complicaciones.

- Chamorro C, Muñoz MR, Martínez JL, Pérez MS. Organ donor management: Eight common recommendations and actions that deserve reflection. *Med Intensiva* 2017;41:559-68.

- Dalle Ave AL, Bernat JL. Donation after brain circulation determination of death. *BMC Medical Ethics* 2017; 18:15-21.
- Daroff RB. The historical evolution of brain death from former definitions of death: the Harvard criteria to the present. *The Signs of Death Pontifical Academy of Sciences, Scripta Varia* 110 Vatican city 2007: 217-221.
- De Georgia MA. History of brain death as death: 1968 to the present. *J Crit Care.* 2014 ;29(4):673-8.
- Hinojosa R, Herruso A, Escorresca AM, Jiménez PI. Puesta al día en Medicina Intensiva: Evaluación y mantenimiento del donante cardíaco. *Medicina Intensiva.* 2009;33:377-84.
- Lee SY, Kim WJ, Kim JM, Kim J, Park S, The Korean Society of Clinical Neurophysiology Education Committee. Electroencephalography for the diagnosis of brain death. *Ann Clin Neurophysiol.* 2017;19(2):118-124.
- Machado C. Historical evolution of the brain death concept: Additional remarks. *J Crit Care.* 2014;29(5):867.
- Matesanz R. Papel de los Servicios de Urgencias y Emergencias en la donación de órganos. *Emergencias.* 2010;22:68-71.
- Moskopp D. Brain death: past, present and future. *J Intensive Crit Care.* 2017;3:32-36.
- Nelson A, Lewis A. Determining Brain Death: Basic Approach and Controversial Issues. *Am J Crit Care.* 2017;26:496-500.
- Neurocritical Care Society, Brain death toolkit. Updated 2017. <https://www.pathlms.com/ncs-ondemand/courses/1223/documents/1264>.
- Oddo, M. & Hutchinson, P.J. Understanding and monitoring brain injury: the role of cerebral microdialysis. *Intensive Care Med.* 2017. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-5031-6>.
- Pandey A, Sahota P, Nattanmai P, Newey CR. Variability in Diagnosing Brain Death at an Academic Medical Center. *Hindawi Neurosc Jour* 2017. Doi 10.1155/2017/6017958.
- Revuelto J, Egea JJ. Cerebral circulatory arrest detected by extracranial artery ultrasound. *Med Intensiva* 2017;41:387.
- Rincon F. Neurologic criteria for death in adults. In: Parrillo JE, Dellinger RP. *Critical care medicine: principles of diagnosis and management in the adult.* 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2014. pp. 1098-1105.
- Rues D, Rieger B, Goldbrunner R, Schlake Hans-Peter. Pitfalls in brain death diagnosis. A case report. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2013; 74(03):192-96.
- The Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Practice parameters for determining brain death in adults (summary statement). *Neurology.* 1995;45:1012-14.
- Varon J, Acosta P. *Handbook of Critical and Intensive Care Medicine.* New York: Springer; 2010.

No se declara conflicto de interés.

Recibido: 22 de diciembre de 2017

Aprobado: 15 de enero de 2018

Publicado: Vol. 17, suplemento. 1(2018)

Correspondencia: Dr. Héctor R. Díaz Águila. Hospital Universitario de Sagua la Grande. Villa Clara. Cuba. CP 53310. Email: hectordiaz@infomed.sld.cu

¹ MD, MCs, MSCMIE. Máster en urgencias. Internista e intensivista. Profesor auxiliar. Servicio de Medicina Intensiva. Hospital Universitario de Sagua la Grande. Villa Clara. Junta de Gobierno Nacional de la Sociedad Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias. Editor Ejecutivo de Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias. Cuba.

El autor declara que:

El profesor Dr. Luis Rafael Moscote Salazar, neurocirujano de la Universidad de Cartagena, Colombia y editor principal del proyecto de libro "Atención de pacientes neurocríticos", tuvo la amabilidad de autorizar la publicación del presente capítulo en Revista Cubana de Medicina Intensiva y Emergencias, escrito por el autor cubano Héctor R Díaz Águila.