



## Artículo de revisión

# Muerte encefálica y trasplante de órganos. Recomendaciones para los profesionales de la salud

Manuel Castillo-de la Cruz\*

\* Hospital Christus Muguerza, Universidad Popular Autónoma de Puebla.

## RESUMEN

El diagnóstico de la muerte encefálica (ME) no implica solamente la realización de una exploración neurológica para determinar si clínicamente el cerebro y el tallo cerebral conservan sus funciones. Se debe conceptualizar como un procedimiento de certificación del fallecimiento de un paciente y debe llevarse a cabo la confirmación de todos los prerrequisitos establecidos en la literatura médica antes de considerar hacer las pruebas clínicas y la realización de estudios neurofisiológicos o de imagen para su confirmación. Está fuera de discusión establecer que es suficiente efectuar una sola exploración neurológica en la que no se identifican respuestas del paciente para hacer el diagnóstico. Sin importar que sea un especialista calificado quien lo dictamine, nos debemos apegar a las guías de práctica clínica y a los artículos que establece la Ley General de Salud de nuestro país para certificar la muerte encefálica. Sin embargo, son necesarias algunas recomendaciones para que no se retrase el procedimiento de certificación de muerte encefálica con fines de trasplantes e incluye una valoración inicial temprana en pacientes con lesiones catastróficas intracraneales agudas, confirmadas en estudio de tomografía simple, omitiendo la necesidad de una segunda valoración y realizando en forma temprana los estudios complementarios que deberán individualizarse en cada caso y dependerá de las condiciones clínicas del paciente la selección de dicho estudio, así como de la disponibilidad del hospital en donde se encuentre. No debe considerarse al especialista en Neurología o Neurocirugía como los únicos calificados para emitir la certificación de pérdida de la vida para la disposición de órganos, tejidos y células con fines de trasplantes; deben involucrarse activamente los especialistas en Medicina de Urgencias, Anestesiología y Medicina Crítica, radiólogos con experiencia en la realización e interpretación de los estudios de imagen confirmatorios. Los profesionales de la

## ABSTRACT

*The diagnosis of brain death does not only involve a neurological examination to determine whether the brain and brainstem retain their functions clinically. It should be conceptualized as a procedure to certifying the patient death and confirmation of all prerequisites established in the medical literature should be carried out, before considering doing the clinical tests and carrying out neurophysiological or image studies. It is out of question to establish that it is enough to perform a single neurological examination in which the patient does not show a clinical response to make the diagnosis, no matter if is a qualified specialist who dictates it, we must adhere to the clinical practice guidelines and articles that establishes the General Health Law of our country to certify the brain death. However, some recommendations are necessary in order not to delayed a brain death certification procedure for the purpose of transplants and includes an early initial assessment in patients with acute intracranial catastrophic injuries, confirmed in a simple tomography study; omitting the need for a second assessment and performing early complementary studies that should be individualized in each case and depend on the clinical conditions of the patient the selection of that study, as well as the availability of the hospital where they are. The specialist in neurology or neurosurgery should not be considered as the only ones qualified to make the certification of loss of life for the disposition of organs, tissues and cells for the purpose of transplants; specialists in emergency medicine, anesthesiology and critical medicine, radiologists with experience in the realization and interpretation of confirmatory image studies, all of them must be included. Healthcare professionals, in their assessment and management, could identify the absence of neurological responses in patients and have an active*

salud en cuya valoración y manejo identifiquen ausencia de respuestas neurológicas en los pacientes deben participar activamente con el propósito de salvaguardar la función de los órganos de esos pacientes y así mejorar la atención y calidad de vida de los que requieren un trasplante y tienen deseos de vivir.

**Palabras clave:** Muerte encefálica, trasplante, recomendaciones, diagnóstico, pruebas confirmatorias.

## INTRODUCCIÓN

En la historia de la medicina y la filosofía griega se discutía que la vida se asentaba en el corazón y sus latidos definían la vida o la muerte. Claudio Galeno en su época recomendó no confundir el estado de muerte con la histeria, la asfixia, el coma, la catalepsia y cualquier situación médica que suspendía «temporalmente» los signos de vida. En 1627, William Harvey describió la fisiología circulatoria y estableció que la ausencia del latido cardiaco era signo de muerte y es la razón por la que legalmente en los hospitales se exige la realización de un trazo de electrocardiograma para certificar la muerte del paciente, hasta que en el siglo XX la tecnología lo cambió todo.<sup>1</sup>

El apoyo del proceso respiratorio con ventiladores mecánicos y de la función hemodinámica con sueros intravenosos y medicamentos que estimulaban la contractilidad cardiaca dentro de las unidades de cuidados intensivos logró mantener «vivos» a los pacientes. Pero Lofstedt y Von Reis en 1956 demostraron que había ausencia de función neurológica completa y de flujo sanguíneo cerebral (con angiografía) en varios pacientes; después, Mollaret y Goulon en 1959 reportaron 23 casos de pacientes con daño cerebral asociado a un electroencefalograma (EEG) con silencio eléctrico, pero que continuaban «vivos» gracias a la ventilación mecánica; sin embargo, al «fallecer», la autopsia reveló necrosis cerebral total y se interpretó como un «estado de coma irreversible», aunque la descripción original era de un estado neurológico «más allá del coma».<sup>1,2</sup>

El hito histórico de la muerte encefálica y los trasplantes ocurrió en 1967 cuando Christian Barnard removió el corazón para trasplantarlo de un paciente con destrucción cerebral y con esto inició el debate de unificar criterios para establecer el diagnóstico de muerte cerebral en el escenario de la tecnología. El Informe Harvard publicado el 8 de agosto de 1968 sentó las bases para definir la muerte cerebral como un estado de coma irreversible.<sup>3</sup>

*participation in order to safeguard the function of the organs of these patients and get improve the care and quality of life of those who require a transplant and has a desire to live.*

**Key words:** Brain death, transplant, recommendations, diagnosis, confirmatory tests.

Sin embargo, la disertación de muerte cerebral no concluyó con dicha publicación a pesar de que el comité de Harvard hacía referencia a la «muerte de la totalidad del cerebro»,<sup>4</sup> otros comités discutían que era suficiente el cese irreversible de las funciones del cerebro y otros, que sólo era necesario el cese de las funciones del tallo cerebral. Por lo que se creó la Comisión Presidencial de Estados Unidos de América en 1981 y ésta determinó que **es la muerte cerebral total la que debe establecerse** y está enfocada en demostrar que no hay función del cerebro ni del tallo cerebral;<sup>1,3</sup> no involucra a la médula espinal y por eso no se usa el término de muerte del sistema nervioso central. En nuestra lengua debemos usar el término **muerte encefálica (ME)** y la razón es porque el término **encéfalo** se refiere al **cerebro, tallo cerebral y cerebelo**.<sup>5</sup> Por lo tanto, los criterios que restringen el diagnóstico sólo a la pérdida de las funciones de la corteza cerebral o del tallo cerebral de manera independiente no es aplicable. Desde el punto de vista de la fisiología cerebral la expresión clínica del cese de las funciones de la corteza cerebral es el estado de coma irreversible y, por otro lado, el cese de las funciones del tallo cerebral incluye la pérdida de las funciones vegetativas (ritmo cardiaco, presión arterial, ritmo respiratorio, regulación de temperatura, ingesta de alimentos, sed y función hormonal). El criterio clínico de la función del cerebelo y de la médula espinal no está incluido, ya que no implica funciones vitales.

## Trasplantes de órganos y las unidades de cuidados intensivos

La evidencia establece que el concepto de muerte encefálica apareció cuando las unidades de cuidados intensivos requerían limitar el esfuerzo terapéutico a los pacientes conectados a un ventilador, ya que no presentaban respuestas de función neurológica después de haberse suspendido los fármacos que los mantenían dormidos y relajados como parte de su tratamiento. No fue con el propósito de tener un mayor número de donantes de órganos.<sup>1,6</sup>

Pero por las características de estos pacientes: un encéfalo con ausencia de función y no recuperable al que se le mantenía de manera artificial la respiración y la circulación sanguínea de su cuerpo para mantener funcionando los órganos del tórax y del abdomen por algunos días más, derivó en la necesidad de considerarlos donadores de órganos, tal como lo hizo Christian Barnard.<sup>3</sup> También es necesario hacer la observación de que se trataba de fallecidos previamente sanos que por un accidente o enfermedad intracerebral la muerte encefálica se presentó.

Estadísticas de algunos países reportan que el 14% de los fallecidos en una UCI lo hacen en situación de ME y si es un centro de referencia de neurocirugía, alcanza hasta un 30%, lo cual obliga a hacer esa consideración de donantes potenciales.<sup>5</sup>

A pesar de que «los trasplantes son una gran conquista de la ciencia al servicio del hombre» (Juan Pablo II, 29 de agosto de 2000) y que todas las sociedades neurológicas en el mundo dan su anuencia a la validez y seguridad de los criterios clínicos y estudios diagnósticos para establecer la muerte encefálica,<sup>1</sup> existen controversias acerca del procedimiento para la certeza diagnóstica, sobre todo cuando se trata de un donante potencial. Las leyes establecen que el individuo debió expresarlo en vida o que, ya establecido el diagnóstico de muerte encefálica, el familiar responsable directo o cercano autorice la donación; esto significa que el grupo médico a cargo no puede tomar esa decisión y tampoco depende de ellos que se autorice. Tal como lo establece nuestra Ley General de Salud y es más explícito en el documento del Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) y en el resto de los protocolos publicados para el diagnóstico de ME.<sup>7,8</sup>

Se debe señalar además que el enfermo que necesita uno o varios órganos implica un gasto en salud muy elevado para el Estado, sobre todo cuando se trata de un menor de edad. Un trasplante hace la diferencia entre la vida y la muerte, por eso la legislación de la salud de algunos países se empieza a modificar para que todo paciente que recibe atención a través de los servicios públicos de salud y fallece con el diagnóstico de muerte encefálica se convierta en donante de manera automática; uno de esos países es México.<sup>9</sup> Esto con el propósito de mejorar la atención y calidad de vida de los pacientes que requieren un trasplante y tienen deseos de vivir.

### El diagnóstico de muerte encefálica

El diagnóstico de ME se refiere a un procedimiento de certificación del fallecimiento de un paciente conecta-

do a un ventilador y con medicamentos que mantienen funcionando de manera artificial el resto de sus órganos. Existen muchas guías para el protocolo diagnóstico, incluyendo la de nuestro país, que además cuenta con una guía de referencia rápida (Figura 1).<sup>10,11</sup> Y tomando como base esas guías, se puntualizan las siguientes recomendaciones:

1. Se requiere tener una especialidad para poder llevar a cabo el procedimiento diagnóstico. Esta especialidad puede ser Neurología, Neurocirugía, Terapia Intensiva (Medicina Crítica), Anestesiología y Medicina de Urgencias,<sup>12</sup> aunque incluiría como especialidad de apoyo a los radiólogos con adiestramiento en la interpretación y realización de estudios de neuroimagen como la angiotomografía, angiorresonancia, ultrasonido Doppler transcraneal y angiografía cerebral, ya que se precisa el conocimiento de los criterios radiológicos para establecer la ausencia de flujo sanguíneo al cerebro y al tallo cerebral. Ese flujo sanguíneo que no se



Figura 1. Portada de la GRR para el procedimiento diagnóstico de ME. Disponible al público en la página electrónica del CENETEC.

observa dentro del cráneo es sinónimo de muerte encefálica.<sup>2,7</sup>

2. Tener alguna de esas especialidades no garantiza la pericia o la experiencia necesaria para interpretar las respuestas que se observan durante la exploración y/o realización de las pruebas. Sobre todo si se desconocen los prerrequisitos que deben reunirse antes de iniciar el procedimiento diagnóstico (Figura 2).<sup>6,13</sup>
3. En una mujer embarazada con sospecha de muerte encefálica, ésta puede certificarse, pero las leyes y la ética médica obligan a mantenerla con apoyo vital artificial hasta que el feto sea viable para extraerlo y posteriormente se pueda hacer la procuración de órganos de la madre, si así lo autorizó en vida o lo hace el familiar responsable.<sup>14-16</sup>
4. Se debe informar al comité de trasplantes del hospital o del Estado, que se requiere la realización

del procedimiento diagnóstico de ME para que no se retrase la confirmación y los órganos sean viables. Y es porque el juicio médico de cualquier profesional de la salud permite tener la presunción clínica que ese paciente tiene ME y es su deber realizar los procesos administrativos y legales para los trámites que implica una donación, sin importar si éste se logre o no, tampoco si se equivocó en considerar que el paciente presentaba ME.

El diagnóstico de ME con fines de trasplante basado en las guías de práctica clínica y el marco legal

En 1995, la Academia Americana de Neurología publicó la *Practice Parameters for Determining Brain Death in Adults* que es la principal guía para el diagnóstico de ME en Estados Unidos y el mundo. En México, el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) publicó las Evidencias y Recomendaciones para el Diagnóstico de Muerte Encefálica dentro del Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica (Figura 1).<sup>10</sup>

En la Ley General de Salud de México,<sup>7</sup> en el capítulo IV los artículos que establecen la pérdida de la vida son el 343, 344 y 345. El artículo 343 señala que la pérdida de la vida ocurre cuando se presenta la ME o el paro cardiaco irreversible y las fracciones I, II y III enumeran la ejecución de manera escueta de las pruebas necesarias a realizarse; mientras que el artículo 344 establece la necesidad de corroborar ese diagnóstico clínico con un EEG (fracción I) o con cualquier otro estudio de gabinete que demuestre la ausencia permanente del flujo encefálico arterial (fracción II), lo cual además aparece en el apartado 4.1.2 Estudios Complementarios para el diagnóstico de ME de la misma GPC que incluye además otro apartado, el 5.3.3 de la confiabilidad, precisión y disponibilidad de las pruebas complementarias para establecer el diagnóstico de ME y ayuda al profesional de la salud en sus decisiones. Y el artículo 345 señala que no hay impedimento alguno para que a solicitud y con la autorización del representante legal y/o familiar responsable se prescindiera de los medios artificiales que mantienen el apoyo artificial funcional de la respiración y la circulación, lo cual puede considerarse como eutanasia pasiva que ya fue aprobada en 2008 por el Senado de la República.

Es importante puntualizar aquí algunas otras recomendaciones:

**Diagnóstico de Muerte Encefálica.**

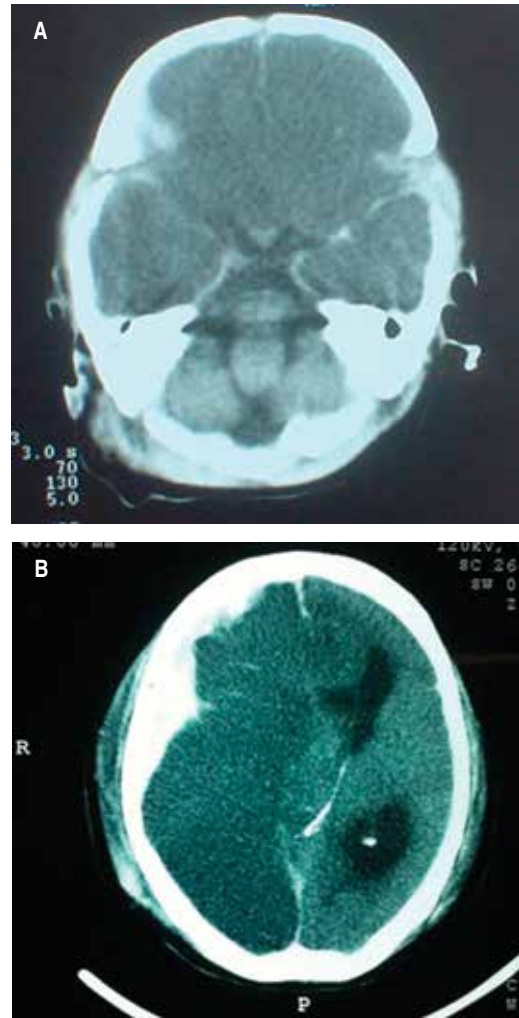
**Lista de verificación para determinación de muerte encefálica.**

<b>Prerrequisitos</b> [Todos deben ser verificados]	<input type="checkbox"/> Coma, irreversible y de causa conocida. <input type="checkbox"/> Estudios de tomografía que expliquen el coma. <input type="checkbox"/> Ausencia de focos depresivos del SNC (si está indicado, solicite examen toxicológico en caso de administración de barbitúricos, los niveles séricos deben ser <10 ng/ml). <input type="checkbox"/> Ausencia de efecto residual de algunos anestésicos. <input type="checkbox"/> Ausencia de trastornos ácido-base graves, anomalías electrolíticas o endocrinas. <input type="checkbox"/> Normotermia o hipotermia leve (>34°C). <input type="checkbox"/> Presión arterial sistólica >100 mmHg. <input type="checkbox"/> Ausencia de respiración espontánea.
<b>Evaluación clínica</b> [Todos deben ser verificados]	<input type="checkbox"/> Pupilas sin respuesta a la luz. <input type="checkbox"/> Reflejo corneal ausente. <input type="checkbox"/> Ausencia de reflejos oculocervicales (verificar si existe integridad de la columna cervical). <input type="checkbox"/> Ausencia de reflejos oculovestibulares. <input type="checkbox"/> Ausencia de movimientos faciales a estímulos dolorosos del nervio supraorbitario y articulación temporomandibular. <input type="checkbox"/> Ausencia de reflejo nauseoso. <input type="checkbox"/> Ausencia de reflejo hurgar a la nariz traspasar. <input type="checkbox"/> Ausencia de respuesta motora a estímulos dolorosos en las 4 extremidades (con puntadas o reflejos de integración modular).
<b>Pruebas de la apnea</b> [Todos deben ser verificados]	<input type="checkbox"/> Paciente con estabilidad hemodinámica. <input type="checkbox"/> Apaga de parámetros ventilatorios para mantener normoxemia (PaO <sub>2</sub> , 75-85 mmHg). <input type="checkbox"/> Reoxigenación con FiO <sub>2</sub> 100% durante 10 minutos o hasta llegar a PaO <sub>2</sub> >200 mmHg. <input type="checkbox"/> Apaga el nivel de PEEP (presión al final de la espiración) a 5 cmH <sub>2</sub> O. <input type="checkbox"/> Proporcione O <sub>2</sub> a través de cánula de succión traspasar a nivel de la carina a 6 L/min o conecte al paciente a pieza en T con CPAP (presión positiva continua de la vía aérea) a 10 cmH <sub>2</sub> O. <input type="checkbox"/> Desconecte del ventilador. <input type="checkbox"/> Verifique ausencia de respiración espontánea. <input type="checkbox"/> Obtenga una gasometría arterial a los 8-10 minutos, reconecte al paciente al ventilador. <input type="checkbox"/> PCO <sub>2</sub> >60 mmHg o incremento de 20 mmHg del valor basal, o <input type="checkbox"/> Chequeo de la apnea abortada.
<b>Estudios complementarios</b> [Solo resulta realizar uno de ellos y debe solicitarlos al médico, solo si el examen clínico no aporta la información necesaria para el diagnóstico de Muerte Encefálica o si, las condiciones del paciente lo requieren o, cuando la prueba de apnea deba de abortarse] Solicite de acuerdo a factibilidad y precisión de los estudios y en apego a la Ley General de Salud]	<input type="checkbox"/> Angiografía cerebral convencional. <input type="checkbox"/> Ecocardiografía. <input type="checkbox"/> Angiografía por tomografía computada. <input type="checkbox"/> Ultrasonido doppler transcranial. <input type="checkbox"/> Angiografía por resonancia magnética. <input type="checkbox"/> Angiogramografía. <input type="checkbox"/> Tomografía computada por emisión de positrones. <input type="checkbox"/> Cintigrafía cerebral con tecnecio-99m.
Hora de muerte (DD/MM/AA)	Nombre del médico

**Figura 2.** Lista de prerrequisitos que conforman la serie de procedimientos diagnósticos que deberán realizarse para establecer el diagnóstico de muerte encefálica y ninguno debe pasarse por alto. Se recomienda anexarlo al expediente del paciente.



1. El diagnóstico de los niños deberá cumplir las mismas recomendaciones que en el adulto y la realización de cada procedimiento diagnóstico deberá incluir siempre la prueba de apnea, si no se han efectuado estudios complementarios, llamados también instrumentales.<sup>10</sup>
2. Idealmente, la segunda evaluación no la deberá realizar el mismo especialista que hizo la primera. Pero la prueba de apnea sí la puede llevar a cabo el mismo especialista y ninguno de ellos debe estar relacionado con el equipo de trasplante de órganos.<sup>10,12</sup>
3. La primera evaluación del paciente con sospecha de ME y diagnósticos de estado postreanimación cardiopulmonar, trauma cerebral o patología intracraneal hemorrágica u oclusiva confirmada se debe diferir por 24 a 48 horas si existieran dudas o inconsistencias en el examen neurológico (respuestas al estímulo doloroso principalmente). Aunque otros protocolos distintos a los de nuestro país y basados en evidencias médicas recomiendan que los casos de lesiones encefálicas primarias deberán tener al menos tres horas de asistencia ventilatoria en los mayores de seis años y de 24 horas en los que sean menores de seis años. En los casos de lesiones encefálicas secundarias (causas sistémicas) se recomienda esperar sólo 12 horas para mayores de seis años y 24 horas para menores de seis años. Pero si existiera un estudio de imagen con lesión cerebral catastrófica, la evaluación se realiza lo más pronto posible (Figura 3).<sup>12</sup>
4. Nunca deberá hacerse la evaluación de ME en pacientes con una temperatura menor de 36 °C y ésta debe ser registrada a nivel esofágico, timpánico o rectal. Debe cumplirse cabalmente con todos los prerrequisitos establecidos en la GPC que excluyen todas las causas de coma potenciales en el paciente a fin de no generar falsos positivos en la evaluación neurológica para certificar la ME (Figura 2).<sup>6,10,12,13</sup>
5. Quien realice la evaluación para certificar la ME sólo debe llenar la hoja de certificación de pérdida de la vida para la disposición de órganos, tejidos y células con fines de trasplantes que deberá proporcionar el representante del CENATRA (Figura 4). El certificado de defunción es responsabilidad de los médicos tratantes o servicio hospitalario responsable del paciente.
6. Desde el momento en que se sospecha la posibilidad de ME en un paciente, el procedimiento diagnóstico debe iniciarse, pero manteniendo los cuidados necesarios de manejo para un adecuado apo-



**Figura 3.** Imagen de TAC de cráneo simple en dos pacientes distintos con traumatismo craneoencefálico realizada inmediatamente al ingreso hospitalario y con Glasgow de 3. **A.** Corresponde a un corte inferior del cráneo de un lactante con hemorragia en tejidos blandos, hipodensidad del tejido cerebral en las fosas anterior y media que alojan el cerebro y señala isquemia irreversible. **B.** Corresponde a un corte intermedio del cráneo de un adulto que muestra infarto del hemisferio cerebral derecho con desviación de la línea media y del sistema ventricular de manera grotesca, asociado a hematoma subdural y epicraneal ipsolaterales. En estas condiciones no se requiere una segunda valoración y se debe indicar un estudio confirmatorio que idealmente deberá ser una angiografía y puede ser realizada de acuerdo con recomendaciones a las seis horas de la valoración neurológica inicial del paciente con ausencia de respuestas neurológicas.

yo hemodinámico y de oxigenación de los órganos internos que pueden ser trasplantados para que todo el proceso no fracase si ya no son viables.<sup>14</sup> Si desde el ingreso del paciente se identifica en algún estudio de imagen un daño cerebral no compatible



**CERTIFICACIÓN DE PÉRDIDA DE LA VIDA PARA LA DISPOSICIÓN DE ÓRGANOS, TEJIDOS Y CÉLULAS CON FINES DE TRASPLANTES.**

Médico que certifica: \_\_\_\_\_

Cédula profesional número: \_\_\_\_\_

Manifiesta que de acuerdo con los artículos 343 y 344 de la Ley General de Salud,

El/la C. \_\_\_\_\_

Quien se encuentra en la cama/cuarto/núm. \_\_\_\_\_ del servicio de \_\_\_\_\_ del hospital \_\_\_\_\_

ubicado en \_\_\_\_\_

ha perdido la vida.

De acuerdo con el artículo 343 de la Ley General de Salud, la pérdida de la vida ocurre cuando se presenta la muerte encefálica.

En el mismo artículo se establece que la muerte encefálica se presenta cuando existen los siguientes signos:

I. Ausencia completa y permanente de consciencia,

II. Ausencia permanente de respiración espontánea,

III. Ausencia de reflejos del tallo cerebral manifestada por arreflexia pupilar, ausencia de movimientos oculares en pruebas vestibulares y ausencia de respuesta a estímulos nociceptivos.

Asimismo, se ha descartado que dichos signos sean producto de intoxicación aguda por narcóticos, sedantes, barbitúricos o sustancias neurotrópicas y la muerte encefálica se ha corroborado a través de la(s) siguiente(s) prueba(s):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Con base en lo anterior, el que suscribe CERTIFICA LA PÉRDIDA DE LA VIDA de,

El/la C. \_\_\_\_\_

ocurrida en la Ciudad de \_\_\_\_\_ a las \_\_\_\_\_ horas del día \_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma

El presente documento se encuentra debidamente elaborado con fundamento en los artículos 343 y 344 de la Ley General de Salud. Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sírvase en llamar al Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) a los teléfonos 01 55 54 87 99 02 ext. 51430 en el D.F. y área metropolitana, del interior de la República al 01 800 22 36 282, o al 044 55 54 34 56 68 o al 01 55 54 87 99 63.

**Figura 4.** Formato de certificación de pérdida de la vida que se deberá llenar con las indicaciones que se enumeran por el médico que certifica la muerte encefálica para dar paso a la procuración de órganos y tejidos que serán trasplantados. El certificado de defunción deberá realizarlo el médico o el servicio tratante que atendía al paciente.



**INSTRUCTIVO DE LLENADO DEL DOCUMENTO DEL REGISTRO NACIONAL DE TRASPLANTES (SIRNT).  
ESTE FORMATO DEBERÁ LLENARSE CON LETRA DE MOLDE LEGIBLE.**

- 1.- Nombre del médico que certifica.
- 2.- Número de cédula profesional del médico que certifica.
- 3.- Nombre completo del potencial donante.
- 4.- Número de cama donde se encuentra el potencial donante.
- 5.- Área hospitalaria donde se ubica al potencial donante.
- 6.- Nombre completo del hospital donde se encuentra hospitalizado el donador.
- 7.- Ubicación del hospital donde se encuentra hospitalizado el donador.
- 8.- Estudio electrofísico que demuestra ausencia de la actividad eléctrica y/o del gabinete que demuestre ausencia de flujo intracraneal. Anotar uno solo. Fecha y hora del estudio.
- 9.- Nombre completo del potencial donante.
- 10.- Ciudad, hora, día, mes y año en que ocurrió la pérdida de la vida.
- 11.- Nombre y firma del médico que certifica la pérdida de la vida.

**Continuación de la Figura 4.** Formato de certificación de pérdida de la vida que se deberá llenar con las indicaciones que se enumeran por el médico que certifica la muerte encefálica para dar paso a la procuración de órganos y tejidos que serán trasplantados. El certificado de defunción deberá realizarlo el médico o el servicio tratante que atendía al paciente.

con la vida, la segunda valoración en el procedimiento diagnóstico podría ya no ser necesario, si la primera confirma la ME, sólo deberá solicitarse una prueba de diagnóstico instrumental disponible (EEG, ultrasonido Doppler, angiotomografía o angiografía, estudios de neurofisiología, etc.) para emitir la certificación de la pérdida de vida y así realizar la procuración de órganos y tejidos.<sup>2,6,17</sup>

### Pruebas complementarias para certificar la defunción del paciente con muerte encefálica

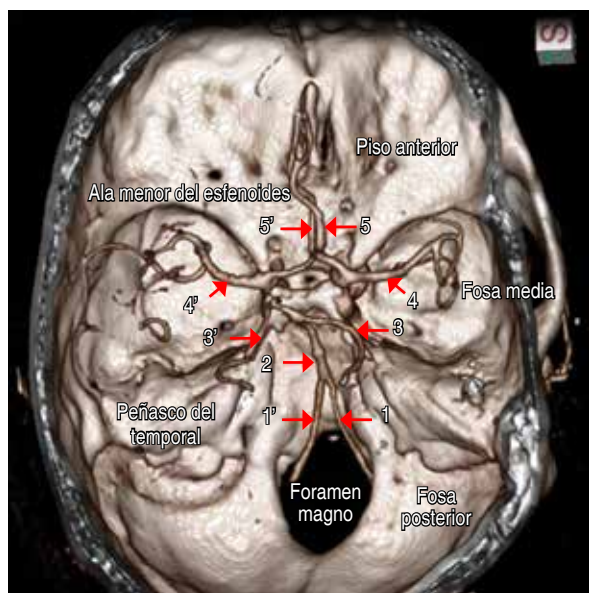
Aunque podría existir un especialista experto para el diagnóstico de ME, es necesario insistir en que se trata de un procedimiento clínico que deberá realizarse de manera secuencial y apegado a una logística de atención hospitalaria. El diagnóstico neurológico de ausencia de todas las funciones encefálicas no finaliza la evaluación del paciente, se debe esperar entre seis y 24 horas como mínimo y hacer la segunda valoración, pero en este lapso se puede realizar alguna de las pruebas complementarias instrumentales que debemos entenderlas como «pruebas de vida del cerebro». La literatura científica ha hecho un análisis de su utilidad y certeza diagnóstica. Algunos no son caros y otros lo son dema-

siado, la mayoría de los hospitales en nuestro país pueden no contar con algunas, pero sí con las necesarias.

Podemos dividirlos en electrofisiológicos y los que valoran la circulación cerebral. En las electrofisiológicas se encuentran el EEG, la escala de índice biespectral (BIS), potenciales provocados auditivos, visuales y somatosensoriales. Las que valoran la circulación cerebral son el ultrasonido Doppler transcraneal, la arteriografía cerebral completa, la angiografía cerebral por sustracción digital, la angiotomografía cerebral multicortes, la tomografía por emisión de positrones y la angiogramografía cerebral con radiofármacos.<sup>6,10,13</sup>

Es necesario aclarar que involucra la participación de otros departamentos de un hospital junto con los técnicos y especialistas en neurofisiología y radiología, así como el uso de material radiactivo como el caso de la angiogramografía.

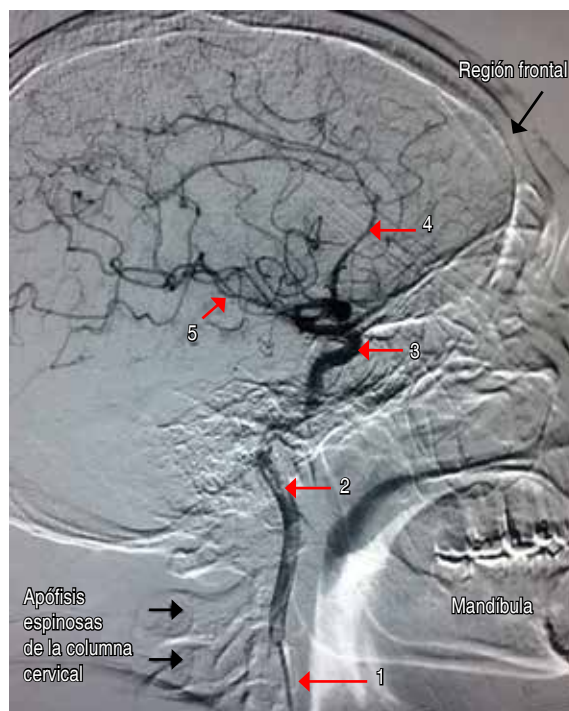
Los estudios de electroneurofisiología son más prácticos porque se pueden efectuar en la misma cama del paciente, si no cuenta el hospital con el equipo, puede solicitarse para que un particular llegue a realizarlo y antes de llevarlos a cabo se corrobora que el paciente no tenga medicación que induzca coma, además que su temperatura corporal sea la adecuada.



**Figura 5.** Angiotomografía 3D. La imagen corresponde al aspecto superior interno de la base del cráneo, obtenido mediante un *software* en el equipo de la tomografía que reconstruye imágenes como la que se muestra y en la que se han borrado la calota craneal y el cerebro para dejar sólo la base del cráneo y los troncos arteriales principales que están por debajo del tejido cerebral (piso anterior y fosa media) y, cerebeloso (fosa posterior). 1. Señala la arteria vertebral derecha y 1' la izquierda que entran al cráneo por el agujero magno y se ocluyen por la compresión que genera el descenso de las amígdalas cerebelosas. 2. Es la arteria basilar; 3 y 3' son las arterias cerebrales posteriores derecha e izquierda, respectivamente; 4 y 4' son las arterias cerebrales medias derecha e izquierda, respectivamente; 5 y 5' son las arterias cerebrales anteriores derecha e izquierda, respectivamente. La NO visualización durante la reconstrucción de las imágenes en 3D de 2, 3, 4 y 5 indica que el cerebro no tiene flujo sanguíneo y confirmaría el diagnóstico de muerte encefálica.

Los estudios que valoran la circulación cerebral obligan el traslado del paciente al sitio en donde el tomógrafo, la sala de hemodinamia o el equipo de gammagrafía se localiza, lo cual representa un riesgo de deterioro o incluso de fallecimiento durante el trayecto.<sup>18</sup> El único equipo que puede ser llevado a la cama del paciente es el del ultrasonido Doppler. No se recomienda el uso de la imagen de resonancia magnética con angiorresonancia porque es un estudio que tarda en realizarse y afecta la función de todos los aparatos electrónicos de apoyo del paciente.

Cada una de estas pruebas o estudios instrumentales tiene sus desventajas y ventajas, así como un grado de certeza o confiabilidad que en medicina se conoce como especificidad diagnóstica. En el caso del EEG, éste sólo revisa la función cortical cerebral de



**Figura 6.** Imagen de angiografía por sustracción digital del sistema arterial cerebral, corresponde a la imagen lateral del cráneo y se nombran tres zonas anatómicas de referencia para una mejor ubicación anatómica. 1. Señala el catéter que inyecta el medio de contraste radiolúcido que permite mostrar en 2, segmento de la carótida interna cervical, 3, carótida intracraneal, 4, arteria cerebral anterior y 5, arteria cerebral media. La NO visualización durante el estudio de 4 y 5 indica que el cerebro no tiene flujo sanguíneo y confirmaría el diagnóstico de muerte encefálica.

la convexidad cerebral, pero no de la corteza cerebral interhemisférica y profunda, mucho menos la función del tallo cerebral, pero al combinarlo con estudios de potenciales somatosensoriales se logra tener una evaluación de la funcionalidad cerebral total (cerebro y tallo).

De los estudios que analizan la ausencia del flujo sanguíneo cerebral, el más sencillo y económico es el Doppler transcraneal, pero tiene el inconveniente de que no puede valorar la circulación de la fosa posterior por la posición del paciente y su realización e interpretación requiere alguien con experiencia y conocimientos de la fisiología circulatoria cerebral. Sin embargo, la angiotomografía multicortes se establece como la más adecuada para la confirmación de ausencia del flujo sanguíneo cerebral, sin importar si el paciente tiene o no una cirugía craneal descompresiva previa, los criterios para establecer ausencia de flujo sanguíneo pueden verificarse. La reconstrucción tridimensional



que realizan muchos de los equipos para mostrar los vasos sanguíneos arteriales y venosos permite que sea un estudio objetivo en el que cualquiera con conocimientos de anatomía vascular cerebral, sin ser un experto radiólogo o especialista en Neurología y/o Neurocirugía, pueda identificar la ausencia de llenado de las arterias cerebrales, incluyendo las de la fosa posterior (Figura 5). Asimismo, cualquier hospital en el que se lleven a cabo trasplantes o tenga el nominativo de hospital general o de especialidades cuenta con un tomógrafo, por lo tanto, es un estudio disponible la mayor parte de las veces y sólo requiere la administración de un medio de contraste que se inyecta por vía intravenosa. Otro estudio bastante práctico, pero no tan simple de efectuar es la angiografía cerebral por sustracción digital, ya que requiere de un radiólogo intervencionista y un técnico radiólogo capacitado en el manejo del equipo, así como de personal de enfermería para asistir en la realización del estudio (Figura 6).

## CONCLUSIONES

El concepto de ME entre los profesionales de la salud y la población en general no debe contener dudas acerca de su significado: es un estado de muerte por la pérdida irreversible de la función de todo el cerebro y se debe informar a los familiares del fallecimiento; también se les debe notificar que el resto de sus órganos se mantienen funcionando por el apoyo del respirador artificial y los fármacos que se le están aplicando a través de los sueros intravenosos.<sup>19</sup> El apoyo hemodinámico y de oxigenación en ese cuerpo deberá mantenerse hasta que se realice la procuración de órganos y tejidos con fines de trasplante. Si existiera temor de equivocarse o el médico se siente incómodo para formar parte del procedimiento diagnóstico de ME, deberá solicitar el apoyo de otros especialistas; sin embargo, él mismo puede solicitar de manera temprana alguno de los estudios instrumentales diagnósticos que demuestren ausencia de función cortical cerebral o de flujo sanguíneo intracraneal para corroborar un daño encefálico irreversible y esperar a que algún especialista calificado lleve a cabo el protocolo clínico y la certificación de la pérdida de la vida.

Este escenario en la atención de los pacientes con lesiones cerebrales primarias o secundarias y que reciben apoyo ventilatorio y farmacológico ya es frecuente y exige que entendamos el concepto de ME para poder diagnosticarlo de manera expedita y apegados a los criterios establecidos en el protocolo de su confirmación. No es con el objetivo de convertir al

diagnosticado con ME en donador de manera inmediata, sino para asegurarnos de que sus órganos se mantengan funcionales y no se fracase en regalarles vida a otros que la necesitan.

## REFERENCIAS

1. Requena-Meana P. El diagnóstico de muerte cerebral. *Pers Bioét.* 2009; 13 (2): 128-136.
2. García S, Sauri-Suárez S, Meza E, Villagómez AJ. Muerte cerebral. Diagnóstico oportuno y axiomático de una pérdida neurológica definitiva. *Med Int Mex.* 2012; 28 (6): 585-597.
3. Sarmiento MPJ. ¿Es la muerte cerebral realmente la muerte del individuo? Análisis de una compleja situación clínico-bioética y de sus consecuencias. *Pers Bioét.* 2003; 7 (18): 25-46.
4. Ad Hoc Committee of the Harvard Medical School to examine the definition of brain death. A definition of irreversible coma. *JAMA.* 1968; 205: 337-340.
5. Ullán-Serrano J. Morfología y topografía del sistema nervioso. En: Ullán-Serrano J, ed. *Neuroanatomía.* 5a ed. México: Escuela de Medicina de la Universidad Panamericana de México; 2012.
6. Escudero D. Diagnóstico de muerte encefálica. *Med Intensiva.* 2009; 33 (4): 185-195.
7. Ley General de Salud. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión de los Estados Unidos Mexicanos. Texto vigente con última reforma DOF 12-07-2018. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgs.htm>
8. Preguntas más frecuentes de donación y trasplantes de órganos y tejidos. CENATRA. Disponible en: [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116379/preguntas\\_frecuentes.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/116379/preguntas_frecuentes.pdf)
9. Garduño R. Reforma permitirá donación de órganos si una persona no se opuso a ello en vida. Periódico La Jornada. Sábado 3 de marzo de 2018; Política. Disponible en: [www.jornada.com.mx/2018/03/03/politica/012n1pol](http://www.jornada.com.mx/2018/03/03/politica/012n1pol)
10. GPC Diagnóstico de muerte encefálica, evidencia y recomendaciones. México: Secretaría de Salud; 2011. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Disponible en: [www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html](http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html)
11. Guía de Referencia Rápida. Diagnóstico de muerte encefálica. GPC. México: Secretaría de Salud; 2011. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Disponible en: [www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html](http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.html)
12. Protocolo para el diagnóstico y certificación de la muerte encefálica. Ministerio de Salud Pública del Ecuador; 2015. Disponible en: [www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/Protocolo-muerte-encefálica.pdf](http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2016/09/Protocolo-muerte-encefálica.pdf)
13. Centanaro G. Guía para el diagnóstico de muerte encefálica. *Guía Neurológica Colombiana.* Marzo 10, 2004. pp. 251-258.
14. Aristizábal AM, Castrillón Y, Gil T, Restrepo D, Solano K, Guevara M et al. Manejo actual del donante potencial de órganos y tejidos en muerte cerebral: guía de manejo y revisión de la literatura. *Rev Colomb Cir.* 2017; 32: 128-145.
15. Souza JP, Oliveira-Neto A, Surita FG, Cecatti JG, Amaral E, Pinto e Silva JL. The prolongation of somatic support in a pregnant woman with brain-death: a case report. *Reproductive Health.* 2006; 3: 1-4. Disponible en: [www.reproductive-health-journal.com/content/3/1/3](http://www.reproductive-health-journal.com/content/3/1/3)
16. Esmaelzadeh M, Dictus CH, Kayvanpour E, Sedaghat-Hamedani F, Eichbaum M, Hofer S et al. One life ends, another begins: management of a brain-dead pregnant mother-A systematic review. *BMC Med.* 2010; 8: 74. Disponible en: [www.biomedcentral.com/1741-7015/8/74](http://www.biomedcentral.com/1741-7015/8/74)

17. Wesolowski K. Second brain death examination negatively impacts viable organ donation. *Neurology Today*. 2011; 20: 26-31.
18. Dávila-Gutiérrez G. Los diez errores más frecuentes que se cometen ante el paciente con muerte encefálica. *Acta Pediatr Mex*. 2010; 31 (6): 312-313.
19. Powell T. Brain death: what health professionals should know. *AJCC*. 2014; 23: 263-266.

*Correspondencia:*

**Manuel Castillo-de la Cruz**

Av. Poniente 715, consultorio 15,

Col. Centro, 72000, Puebla, Pue., MX.

Teléfono: 01 222 2298100, ext. 6215

Celular: 222 1252929

E-mail: drmanuelcastillodelacruz@gmail.com

[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)