

## Muerte encefálica. Evolución histórica y situación actual

J.L. ESCALANTE COBO

Oficina Regional de Coordinación de Trasplantes. Madrid.

En este artículo se presenta una revisión histórica del concepto de muerte de un ser vivo y de la importancia de las Unidades de Cuidados Intensivos, sobre todo del desarrollo de las técnicas de soporte vital, en la aparición del concepto de muerte encefálica (también denominada muerte cerebral). Fue la inquietud médica por realizar un diagnóstico certero de la muerte en pacientes sometidos a ventilación mecánica lo que motivó el desarrollo de nuevas definiciones de muerte basadas en la pérdida definitiva de las funciones del sistema nervioso central.

Se analizan los diferentes criterios de muerte encefálica que se han utilizado a través del tiempo y que soportan los tres conceptos de muerte encefálica que se manejan en la actualidad: muerte de todo el encéfalo, muerte del tronco cerebral y muerte de la neocorteza cerebral. De cada uno de ellos, se revisa el propio concepto de muerte, los criterios asociados a esa definición, las pruebas o procedimientos diagnósticos a utilizar, y los argumentos a favor y en contra de su aceptación generalizada.

Se concluye que a la luz de los conocimientos actuales, el cese irreversible de las funciones encefálicas (sin entrar a definir la porción del encéfalo que debe perder irreversiblemente sus funciones) es el único concepto válido de muerte, ya que no existe ninguna posibilidad de soporte o suplencia de las funciones del sistema nervioso central. Por su aceptación generalizada y por ser el utilizado desde un punto de vista legal en la mayoría de los países de nuestro entorno, incluida España, hemos asumido el concepto de

“muerte de todo el encéfalo”, dado que, además, ha proporcionado un abordaje práctico y socialmente aceptable de la definición de muerte.

**PALABRAS CLAVE:** *muerte encefálica, muerte del tronco cerebral, muerte de la neocorteza cerebral, muerte.*

### BRAIN DEATH. HISTORICAL OVERVIEW AND CURRENT SITUATION

In this paper, a historical review is reported of the concept of death of a living being and of the relevance of Intensive Care Units, particularly the development of vital support, the development of encephalic brain death concept (also named brain death). It was medical concern for obtaining an accurate diagnosis of death among patients undergoing mechanical ventilation that prompted the development of new definitions of definite loss of functions in the central nervous system.

An analysis is made of the different death criteria which have been used so far and which support the three current concepts of brain death: whole-brain death, brain stem death, and neocortical death. A review is shown of the concept of death itself for each of the aforementioned concepts, the criteria associated with that definition, diagnostic tests or procedures to be used, and arguments for and against its generalized acceptance.

In the light of current knowledge, it is concluded that the irreversible cessation of brain functions (with no details of the encephalic regions which must irreversibly lose their functions) is the only valid concept of death, since there is no possibility of support or replacement of central nervous system functions. Because of its wide acceptance and because in most countries in our environment (including Spain) it is used from a legal point of view, we assume the “whole-brain death” concept, since it has provided a practical

Correspondencia: Dr. J.L. Escalante Cobo.  
Oficina Regional de Coordinación de Trasplantes.  
Consejería de Sanidad.  
Avda. Filipinas, 50.  
28003 Madrid.

Manuscrito aceptado el 20-IX-1999.

**and sociably acceptable approach of death definition.**

**KEY WORDS:** *Brain death, brain stem death, neocortical death, death.*

(*Med Intensiva* 2000; 24: 97-105)

**PERSPECTIVA HISTÓRICA**

El diagnóstico de la muerte de un ser vivo unicelular podría estimarse como una tarea sencilla: cuando el cese de las funciones celulares se acompaña de un deterioro estructural significativo e irreversible se puede hablar de muerte celular. Sin embargo, la determinación de la muerte de un ser vivo con una conformación pluricelular y multiorgánica es bastante más difícil y compleja, ya que la muerte de cada uno de sus órganos y tejidos es un proceso asincrónico que puede durar días o semanas. En este sentido, habría que distinguir, por tanto, entre el morir y la muerte; mientras que el primero es un proceso, la muerte es el estado que se alcanza cuando ha finalizado el proceso de morir. A lo que puede aspirar la ciencia médica, en la elaboración de los criterios diagnósticos de muerte, es a afirmar que ha finalizado el proceso de morir, aunque no pueda determinarse con exactitud el "momento de la muerte". Para definir ese punto, parece evidente, que debemos recurrir a la evaluación y comprobación de la interrupción definitiva de las funciones de órganos o sistemas con significación para el funcionamiento del organismo entendido como una globalidad.

Los médicos de la antigua Grecia pensaban que el corazón era el lugar en el que se asentaba la vida. Para ellos, sólo el latido del corazón hacía la distinción entre los estados de vida y de muerte<sup>1,2</sup>. La tradición judía, sin embargo, consideraba que el signo de vida por excelencia era la respiración<sup>2</sup>. De ahí, que la muerte se haya hecho coincidir tradicionalmente con la ausencia de latido cardíaco y de movimientos respiratorios.

A pesar del importante avance en el conocimiento médico, hasta hace tres décadas la definición de muerte no había experimentado ningún cambio sustancial: el cese de la actividad cardíaca, respiratoria

y del sistema nervioso central determina la frontera entre la vida y la muerte, y a partir de ahí el deterioro de las estructuras orgánicas del ser humano es rápida e irreversible<sup>1,2</sup>. Por otra parte y hasta ese momento, la demostración de la inactividad de cualquiera de estos tres sistemas orgánicos era casi suficiente para el diagnóstico, pues inevitablemente la interrupción de las funciones de uno cualquiera de ellos determinaba la de los otros dos (fig. 1).

Sin embargo, con la aparición de las Unidades de Cuidados Intensivos en la década de los 50, y sobre todo con el desarrollo de aparatos capaces de mantener de forma artificial las funciones vitales de la ventilación y de la circulación, comenzaron a surgir casos clínicos de coma profundo con daño cerebral irreversible que mantenían actividad cardiorrespiratoria mediante la ventilación mecánica. A principios de 1959, Wertheimer, Jouvet y Descotes<sup>3,4</sup>, describieron una situación que ellos llamaron *muerte del sistema nervioso*, caracterizado por: coma apneico, ausencia de reflejos tendinosos y de tronco encefálico, y un cerebro eléctricamente silente; a los enfermos que presentaban esta situación consideraron justificada su desconexión del respirador. Unos meses más tarde, dos neurólogos, Mollaret y Goulon<sup>5</sup>, describieron la misma condición bajo el término de *coma dépassé* (coma sobrepasado), para referirse a un singular estado más allá del coma profundo. Estos autores se refirieron a las dificultades de delimitar "las últimas fronteras de la vida".

Estas observaciones pusieron de manifiesto que de los tres elementos que clásicamente se utilizaban para el diagnóstico de muerte en el hombre (fig. 1), la ausencia de función neurológica era la clave, y que los otros dos, suspensión de la actividad respiratoria y cardiocirculatoria, eran elementos secundarios que participaban en el diagnóstico por su efecto desencadenante del cese de las funciones neurológicas.

La inquietud médica por realizar un diagnóstico certero de la muerte en pacientes bajo régimen de ventilación mecánica, unida al desarrollo de los nuevos programas de trasplantes que habían surgido en los años 60, requirieron el desarrollo de nuevas definiciones de muerte basadas en la pérdida definitiva de las funciones del sistema nervioso central<sup>6-22</sup>. No obstante, es importante subrayar que el concepto de muerte encefálica no surgió para beneficiar al trasplante, sino que fue una consecuencia del desarrollo de los cuidados intensivos<sup>10</sup>.

El año 1968 fue crucial en este tema, ya que en ese año la Escuela de Medicina de Harvard publica

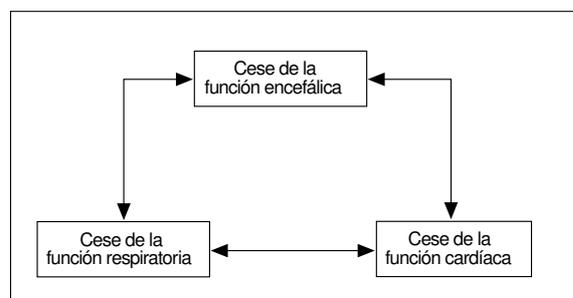


Fig. 1. Interrelaciones entre las funciones encefálica, cardíaca y respiratoria que hasta la aparición de las Unidades de Cuidados Intensivos conformaban la frontera entre la vida y la muerte.

**TABLA 1. Criterios de Harvard de muerte cerebral**

Falta de receptividad y respuesta
Ausencia de movimientos (observado por 1 hora)
Apnea (3 minutos sin del respirador)
Ausencia de reflejos (troncoencefálicos y espinales)
EEG isoelectrico ("gran valor confirmatorio")
Excluir hipotermia (menos de 32.2 °C) y depresores del SNC
Todas las pruebas deben ser repetidas 24 horas después

Adaptada de JAMA 1968; 205:337-340. EEG: electroencefalograma; SNC: sistema nervioso central.

su Informe del Comité Especial para examinar la definición de la muerte<sup>6</sup>. Dicho Comité enumera una serie de criterios (*Criterios Harvard*) para identificar lo que denominan “coma irreversible” (tabla 1). Con dichos criterios trataron de definir las características de una ausencia de función cerebral permanente y propusieron que esta situación fuese aceptada como un nuevo criterio de muerte.

Sólo tres años más tarde se produce un nuevo avance conceptual. Mohandas y Chou publican en 1971 un trabajo en el que exponen lo que posteriormente se conocería como *Criterios Minnesota* (tabla 2). Ellos afirman que en pacientes que sufren una lesión intracraneal de etiología conocida e irreparable, el daño irreversible del tronco cerebral constituye el punto de no retorno<sup>7</sup>. La muerte encefálica sería así la muerte del tronco exclusivamente.

En la misma línea de los criterios Minnesota se publican en 1976 los resultados de la *Conference of Medical Royal Colleges and their Faculties in the United Kingdom* para la determinación de los criterios diagnósticos de muerte cerebral<sup>8</sup>. Sus recomendaciones (tabla 3) se conocen como *Código del Reino Unido* y en él se dice que la muerte funcional permanente del tronco cerebral constituye la muerte del encefalo. Con posterioridad, en 1979, la misma comisión identifica la muerte encefálica (como la define el Código del Reino Unido, es decir, la muerte del tronco cerebral) con la muerte de la persona, aunque persista la función de alguno de sus órganos mediante medidas artificiales<sup>9</sup>.

En 1981, la *President’s Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioural Research*<sup>11,12</sup>, constituida por expertos en Neurología, Neurocirugía, Medicina Interna, Cuidados Intensivos, Medicina Forense y Legal, y en otros campos, propusieron la adopción de un “Acta uniforme sobre la determinación de la muerte”, en el que se dice: “Un individuo está muerto cuando le ha sobrevenido, bien el cese irreversible de las funciones respiratoria y circulatoria, o bien, el cese irreversible de todas las funciones cerebrales incluyendo el tronco cerebral. La determinación de la muerte debe realizarse de acuerdo con los estándares médicos aceptados”. Esta definición, conocida como *Informe de la Comisión Presidencial* hace

**TABLA 2. Criterios de Minnesota de muerte cerebral**

Lesión intracraneal conocida e irreparable
Ausencia de movimientos espontáneos
Apnea (4 minutos)
Ausencia de reflejos troncoencefálicos
Pupilar
Corneal
Cilioespinal
Oculovestibular
Oculocefálicos
Nauseoso
Hallazgos invariables durante al menos 12 horas
EEG no obligatorio

Adaptada de J Neurosurg 1971; 35: 211-218. EEG: electroencefalograma.

**TABLA 3. Criterios británicos para el diagnóstico de muerte encefálica**

Precondiciones
Paciente en coma profundo (excluidos fármacos depresores, hipotermia, trastornos endocrinos y metabólicos)
Paciente con ventilador artificial (excluidos fármacos)
Diagnóstico positivo de la causa del coma (daño estructural irremediable establecido)
Pruebas diagnósticas
Reflejos troncoencefálicos ausentes
Apnea (estrictamente definida)
Otras consideraciones
Repetición de pruebas a veces hasta 24 horas
Pueden estar presentes reflejos espinales
Pruebas instrumentales como EEG o medidas del flujo sanguíneo cerebral no son necesarias
Temperatura no inferior a 35 °C
Solo necesario consultar al especialista en casos dudosos, en los demás un consultor y otro médico

Adaptada de Br Med J 1976; 2: 1.187-1.188. EEG: electroencefalograma.

referencia a la muerte encefálica como la pérdida irreversible de función de todas las estructuras craneales por encima del *foramen magnum* y lleva implícitas la muerte de la corteza cerebral y del tronco del encéfalo (tabla 4). Este criterio de muerte encefálica ha sido descrito como igualmente válido para los niños y neonatos con más de siete días de vida<sup>14,15</sup>.

En los últimos diez a quince años han aparecido una serie de artículos científicos en los que se defiende que la neocorteza cerebral asume un papel fundamental para caracterizar al ser humano, y que el resto de las estructuras encefálicas, que controlan las funciones vegetativas, son irrelevantes para la determinación de la muerte. Es un criterio de muerte que define la muerte encefálica como la muerte de la neocorteza cerebral; se trata de una concepción de la muerte muy debatida y controvertida, ya que algunas situaciones, cuyo paradigma es el estado vegetativo persistente, serían catalogadas de muerte de la persona (aunque el enfermo parpadee o ventile espontáneamente)<sup>16-20</sup>.

Antes de continuar quisiera hacer unas precisiones terminológicas que considero importantes. En la literatura anglosajona, la muerte encefálica se conoce como *brain death* que traducida literalmente sería “muerte cerebral”. Sin embargo, en este caso *brain* debe ser traducido por encéfalo, pues cerebro, que proviene del latín *cerebrum*, únicamente hace referencia a una parte del encéfalo, los hemisferios cerebrales. Así pues, la traducción “muerte cerebral” es incompleta, por lo que es más correcto utilizar el término de “muerte encefálica”.

### CONCEPTO DE MUERTE ENCEFÁLICA: ESTADO ACTUAL

Como hemos visto, las nuevas definiciones de muerte surgen en los últimos 30 años, a raíz del uso de la nueva tecnología médica, particularmente los ventiladores artificiales. En la actualidad, los criterios de muerte encefálica que se manejan son de tres tipos (tabla 5): la muerte de todo el encéfalo, la

**TABLA 4. Criterios americanos para la determinación de muerte encefálica**

<p>“Una persona con cese irreversible de todas las funciones del cerebro “entero”, incluyendo el tronco encefálico, está muerta”</p> <p><b>Cese de funciones encefálicas</b></p> <p><i>Ausencia de funciones cerebrales</i></p> <p>Coma profundo. No respuesta ni receptividad</p> <p><i>Ausencia de funciones del tronco cerebral</i></p> <p>Ausencia de reflejos: pupilar a la luz, corneal, oculocefálico, oculovestibular, orofaríngeo y respiratorio</p> <p>Apnea probada (hasta PCO<sub>2</sub> mayor de 60 mmHg)</p> <p>Pueden existir reflejos medulares salvo posturas decorticadas o descerebradas verdaderas o crisis</p> <p><b>Irreversibilidad</b></p> <p>Causa del coma conocida</p> <p>Exclusión de posibilidad de recuperación</p> <p>El cese de las funciones persiste durante un periodo suficiente de observación (12 horas o más en situaciones especiales)</p> <p>Es deseable la confirmación EEG o determinación del flujo sanguíneo cerebral (angiografía o gammagrafía cerebral)</p> <p><b>Condiciones especiales</b></p> <p>Intoxicación metabólica y fármacos: no es posible determinar la muerte encefálica hasta la corrección metabólica o metabolización de los fármacos, a no ser que se demuestre la ausencia de flujo sanguíneo cerebral</p> <p>Hipotermia: con menos de 32,2 °C de temperatura corporal, no es posible determinar la muerte hasta que se restaure la normotermia</p> <p>Niños: extremar precauciones en niños menores de 5 años</p> <p>Shock: ser cautelosos debido a la reducción del flujo cerebral</p>
---

Adaptada de JAMA 1981; 246: 2.184-2.186. EEG: electroencefalograma.

muerte del tronco cerebral y la muerte de la neocorteza cerebral. Estos tres diferentes criterios surgen de las divergencias en cuanto a definir la porción del encéfalo que debe perder irreversiblemente sus funciones para que una persona pueda declararse fallecida. Vamos a analizarlos detalladamente.

**Criterio de muerte de “todo el encéfalo”**

El criterio de muerte de “todo el encéfalo” se refiere al cese irreversible de las funciones de todas las estructuras intracraneales: hemisferios cerebrales, tronco encefálico y cerebelo<sup>13,16,22,23</sup>. Este criterio está fuertemente apoyado por diversos comités e informes, tales como el Informe de la Comisión Presidencial<sup>11,12</sup>, los criterios Harvard<sup>6</sup>, el estudio colaborativo americano<sup>13</sup> y la *Task Force* para la determinación de muerte en el niño<sup>14</sup>; además, es el más aceptado en la mayoría de los países (incluida España).

Tanto el Informe de la Comisión Presidencial como en el resto de protocolos citados especifican un conjunto de exploraciones clínicas y procedimientos instrumentales para hacer el diagnóstico de muerte encefálica (tablas 1 y 4), que son prácticamente unánimes. Las diferencias que se detectan entre éstos son escasas y no implican desigualdades conceptuales sino metodológicas (realización de la prueba de apnea, diferentes períodos de observa-

ción, pruebas instrumentales que se deben realizar, etc.).

Desde el mismo momento de la promulgación del Informe de la Comisión Presidencial comenzaron a surgir críticas exponiendo que el criterio de muerte de todo el encéfalo y las pruebas que lo ponían de manifiesto eran inconsistentes, y que los pacientes diagnosticados de muerte encefálica, en ocasiones, no cumplían los requerimientos del Informe de la Comisión Presidencial sobre el “cese completo e irreversible de *todas* las funciones del cerebro entero, incluido el tronco cerebral”. Según los detractores de este criterio habría dos argumentos principales que soportarían esta afirmación<sup>18,19,21</sup>:

1. Los pacientes en muerte encefálica frecuentemente mantienen función endocrina hipotalámica, lo que implica preservación de la función encefálica. La arginina-vasopresina (hormona antidiurética, ADH) se sintetiza en los núcleos supraópticos y paraventriculares del hipotálamo. La falta de regulación de la secreción de ADH conduce a la aparición de diabetes insípida. Si existiese un cese irreversible de las funciones del cerebro entero, todos los pacientes en muerte encefálica deberían presentar diabetes insípida; sin embargo, en diversos estudios realizados se ha encontrado una incidencia de diabetes insípida en pacientes diagnosticados de muerte encefálica que oscila entre el 8,5% y el 87%<sup>24-26</sup>. Incluso, otros autores que determinan los niveles de ADH en pacientes con cuadro clínico de

**TABLA 5. Definiciones alternativas de muerte encefálica**

Definición	Criterio asociado	Pruebas asociadas
Cese permanente de las funciones integradoras del organismo como un todo	Cese de función del cerebro entero	Sí (Criterios Harvard) (Informe Comisión Presidencial)
Cese irreversible de las funciones integradoras del encéfalo como un todo	Cese de función del tronco cerebral	No (Criterios Minnesota) (Código del Reino Unido)
Pérdida irreversible de la conciencia y de la cognición	Cese de función de la neocorteza cerebral	No (No existen pruebas efectivas en este momento)

diabetes insípida y muerte encefálica, encuentran valores normales, lo que excluye el diagnóstico de diabetes insípida central<sup>27,28</sup>. Igualmente, diversos estudios encuentran niveles detectables de hormonas procedentes de la hipófisis anterior (hormona de crecimiento, hormona liberadora de corticotropina y hormona liberadora de hormona luteinizante)<sup>24,29</sup>, permaneciendo incluso normales hasta varios días después de instaurarse la muerte encefálica<sup>28</sup>.

Esta regulación neurohormonal residual es la más inquietante de las críticas por dos razones. Primero, porque esta regulación residual se encuentra en muchos pacientes presuntamente en muerte encefálica por las pruebas clínicas estándar. Y, segundo, porque esta regulación representa claramente una “función” y no la mera actividad metabólica de un grupo aislado de células; se trata de una actividad celular clínicamente observable (mantenimiento de una homeostasis correcta del agua y de los electrolitos corporales) y dirigida a mantener el funcionamiento del organismo como un todo<sup>11,23</sup>.

2. Muchos pacientes diagnosticados clínicamente de muerte encefálica mantienen actividad eléctrica cerebral como puede apreciarse en el electroencefalograma (EEG). Diversos estudios muestran que, alrededor de un 20%-25% de los pacientes que cumplen criterios clínicos de muerte encefálica presentan actividad biológica en el EEG<sup>30-32</sup>. Estos resultados están en franco contraste con el requerimiento de cese completo de todas las funciones cerebrales.

A este respecto, la Comisión Presidencial especificó que “evaluando funciones, los médicos no debían conformarse con la mera actividad de células o grupos de células, si tal actividad (metabólica, eléctrica, etc.) no se manifestaba de alguna forma que tuviera significación para el organismo como un todo”<sup>11</sup>. Sin embargo, no proporciona criterios para determinar qué tipos de actividad eléctrica representan funcionamiento significativo y cuáles representan “mera” actividad eléctrica<sup>18</sup>.

Por lo tanto, algunos de los pacientes que reúnen los criterios clínicos estándar para el diagnóstico de muerte encefálica según la Comisión Presidencial, presentan algún grado de función cortical o tronco-encefálica<sup>18,21</sup>. Esta función residual no cumpliría, por tanto, el mandato fundamental de dicha Comisión, el “cese irreversible de todas las funciones del cerebro entero”.

### **Criterio de muerte del “tronco encefálico”**

Cuando Mohandas y Chow, dos neurocirujanos de Minneapolis, sugirieron que “en pacientes que sufren lesiones intracraneales irreparables, bien documentadas, el daño irreversible del tronco cerebral constituye el punto de no retorno”, la tendencia fue considerar que la pérdida irreversible de la función del tronco encefálico era sinónimo de muerte<sup>7</sup>. Esos autores definieron un grupo de criterios clínicos para el diagnóstico de este estado (tabla 2), que son conocidos como los “Criterios de Minnesota”<sup>7</sup>. Así

surgió el criterio de “muerte del tronco encefálico”, que fue el que inspiró el “Código del Reino Unido”<sup>8,9</sup> y que ha sido intensamente defendido, tanto clínica como conceptualmente por Pallis<sup>10,33,34</sup>. Según los defensores de este criterio, el cese irreversible de la función del tronco encefálico puede diagnosticarse a la cabecera del enfermo, sólo con la evaluación clínica, sin recurrir a investigaciones instrumentales complementarias (tabla 3)<sup>8-10,30,33,34</sup>. Además, consideran el EEG como una prueba irrelevante que no aporta ningún dato útil que no haya sido puesto de manifiesto con la exploración clínica. En esto radica la diferencia fundamental con el criterio de muerte de todo el encéfalo.

Con este planteamiento, la función residual cerebral que aparece en algunos de los enfermos diagnosticados de muerte encefálica (actividad hipotalámica y actividad bioeléctrica cerebral) no plantea problemas conceptuales ya que la actividad de los hemisferios cerebrales queda expresamente fuera de la definición de muerte encefálica.

Pallis afirma que “existe solamente una muerte humana: la pérdida irreversible de la capacidad para la conciencia combinada con la pérdida irreversible de la capacidad para respirar”<sup>33-35</sup>. Por lo tanto, la capacidad para la conciencia (o lo que es lo mismo, los mecanismos responsables del estado de alerta) y la respiración, son las dos funciones más importantes para definir la muerte del ser humano. Sin embargo, también este criterio tiene sus detractores quienes argumentan que<sup>22,36</sup>:

1. Dentro de la definición figura la “pérdida irreversible de la capacidad para respirar”. Existe un problema conceptual ya que en el hombre lo que “respira” son las mitocondrias de las células, para llevar a cabo el metabolismo celular, y esta función se conserva aunque el enfermo se encuentre en situación de muerte encefálica, ya que el corazón continúa latiendo y la sangre está adecuadamente oxigenada, gracias a la ventilación mecánica a que está sometido el enfermo. En situación de muerte encefálica lo que se pierde es la capacidad para “ventilar” espontáneamente, función ésta que sí debe ser sustituida de forma artificial. Por lo tanto, la respiración (y más particularmente, la ventilación) no es “tan esencial para la naturaleza humana que su pérdida signifique la muerte”, ya que la función del centro respiratorio, ubicado en el tronco cerebral, puede ser sustituida artificialmente mediante el uso de la ventilación mecánica en las Unidades de Cuidados Intensivos<sup>22,36</sup>.

2. La otra función que forma parte del concepto de muerte humana ofrecida por Pallis es “la pérdida irreversible de la capacidad para la conciencia”<sup>10,33-35</sup>. Dos componentes fisiológicos rigen la conducta consciente del ser humano: la “capacidad” para la conciencia o “despertar” y el “contenido de la conciencia”<sup>37</sup>. El “contenido” de la conciencia representa la suma de las funciones mentales cognitivas, afectivas y otras funciones corticales superiores (es decir, lo que la persona sabe, piensa o siente), mientras que la “capacidad” está estrechamente vinculada a la aparición de la vigilia. La “capaci-

dad” para la conciencia depende de la integridad de los mecanismos fisiológicos que tienen su origen en el sistema de activación reticular ascendente (SRAA) localizado en el *tegmentum* de la porción rostral de la protuberancia y del mesocéfalo, así como en los núcleos intralaminares del tálamo e hipotálamo posterior<sup>37</sup>. Algunos autores han demostrado que al aplicar estímulos eléctricos profundos sobre el SRAA en pacientes comatosos y en estado vegetativo persistente, se produce una activación cortical difusa que se podría catalogar como un cierto grado de despertar<sup>38-40</sup>. Por lo tanto, en casos que cumplen el criterio de muerte del tronco encefálico (con lesiones primarias del tronco y con hemisferios preservados), la estimulación eléctrica de los núcleos talámicos inespecíficos podría producir una reacción de despertar<sup>22</sup>. Además, se sabe que en lesiones primarias del tronco se puede registrar un EEG dentro de límites normales<sup>31,33-35</sup>.

Por lo tanto, la “capacidad” para la conciencia “no es tan esencial para la vida que su pérdida sea sinónimo de muerte”, pues esta función podría reproducirse experimentalmente, al menos cuando el SRAA está preservado, aunque sea parcialmente<sup>22</sup>. Sin embargo, en la hipótesis de que este tipo de activación cortical y de “despertar” pudiese ocurrir en un caso concreto, ese “enfermo” no tendría ninguna posibilidad de realizar movimientos espontáneos ni de contacto o comunicación con el medio, ya que todas las vías troncoencefálicas (tanto aferentes como eferentes) estarían destruidas.

### Criterio de muerte de la “neocorteza cerebral”

Las definiciones neocorticales de la muerte han aparecido durante las últimas dos décadas y proponen definir la muerte como “la pérdida de la función que es indispensable y fundamental para la naturaleza humana: el contenido de la conciencia”<sup>17,18</sup>. Los defensores de esta posición plantean que “la pérdida irreversible de las funciones corticales superiores, la conciencia y las funciones cognitivas son necesarias y suficientes para diagnosticar la muerte”<sup>17-20,36,41-43</sup>. Esta definición está estrechamente vinculada al manejo de los pacientes en estado vegetativo persistente<sup>44-51</sup>.

De acuerdo con esta definición, la neocorteza cerebral (los hemisferios cerebrales) asume el papel funcional fundamental para caracterizar al ser humano, y el resto de las estructuras encefálicas, que controlan las funciones vegetativas, son irrelevantes para la determinación de la muerte<sup>16,19,20,23,41-43</sup>. Para Truog y Flacker<sup>18</sup> la terapia intensiva moderna puede sustituir todas las funciones vegetativas del encéfalo, pero una sustitución tecnológica de la conciencia (se refieren al contenido) de una persona es conceptualmente absurdo.

Sin embargo, existen gran cantidad de problemas conceptuales y de orden práctico para aceptar hoy en día una definición de la muerte humana basada en la ausencia del contenido de la conciencia<sup>22</sup>. La razón fundamental es que, a diferencia de lo que ocu-

rra con cualquiera de los otros dos criterios de muerte, al emplearse la definición neocortical de la muerte, los pacientes en estado vegetativo persistente serían diagnosticados como muertos, con las dificultades que ello conllevaría<sup>16,23</sup>.

El “estado vegetativo persistente” (EVP) ha sido definido recientemente por Plum<sup>45</sup> como una condición temporal (“estado vegetativo”) o permanente (“estado vegetativo persistente”) que ocurre en enfermos en los que después de haber sufrido importantes lesiones cerebrales, reaparecen los ciclos sueño-vigilia, pero que no recuperan ninguna actividad conductual voluntaria ni de orientación respecto a sí y al medio. Las lesiones estructurales se ubican principalmente en los hemisferios cerebrales<sup>20,23,43,50</sup>, por lo que las funciones cognitivas, afectivas, etc., están ausentes, mientras que el SRAA y otras funciones vegetativas, que dependen fundamentalmente del tronco encefálico, están preservadas<sup>10,37,45-52</sup>. Por lo tanto, el “contenido” de la conciencia está ausente, mientras que la “capacidad” para la conciencia está preservada. Por tanto, si se aplican las formulaciones de “todo el encéfalo” o de “muerte de tronco encefálico” a un paciente en EVP, se clasificaría como “vivo”<sup>16,23</sup>.

Como hemos comentado, hay diversos obstáculos que hacen difícil la aceptación generalizada de una “formulación neocortical de la muerte” en los pacientes en EVP<sup>22</sup>:

1. Requeriría un cambio radical en nuestro concepto de muerte encefálica ya que cambiaría de una visión fisiológica hacia considerar funciones psicológicas<sup>16,23,36,41</sup>.
2. Las funciones cognitivas son difíciles de explorar incluso en los sujetos normales. Además, si el contenido de la conciencia es por naturaleza una experiencia subjetiva, ¿cómo podemos estar seguros de que esta función está preservada o ausente?<sup>18</sup>
3. No se cuenta con un grupo de pruebas instrumentales para confirmar el diagnóstico del EVP, por lo que cabe la posibilidad de hacer un diagnóstico falso positivo (diagnosticar como muerto a alguien que no lo está)<sup>16,23,41,52</sup>.
4. Se desconoce con certeza el sustrato morfológico sobre el que asienta la función conocida como “contenido de la conciencia”. Por ello, la extensión de la lesión cerebral hemisférica necesaria para diagnosticar la muerte es arbitraria<sup>16,23,52</sup>.
5. Otro aspecto fundamental es precisar la “irreversibilidad” de la pérdida del contenido de la conciencia en el EVP<sup>16,23,52-54</sup>. En el EVP es muy difícil confirmar la irreversibilidad ya que para tener precisión en el diagnóstico, se requiere un período de observación que oscila entre varias semanas a meses, teniendo en consideración la etiología, la edad, la evolución clínica, etc.<sup>16,23,46,48,49,52</sup>. Además, han aparecido en la literatura casos de mejorías clínicas e incluso recuperaciones inesperadas<sup>18,47,50,53,54</sup>.
6. Podrían surgir problemas de orden práctico con respecto a las prácticas necrológicas en pacientes “fallecidos” que todavía respiran, tienen latido cardíaco, pueden tener náuseas, tos y que parpadean<sup>16,23,41</sup>.

## CONSIDERACIONES FINALES

Como afirma Pallis<sup>10,35</sup> “puede haber varias formas de morir pero sólo hay una forma de estar muerto”. Al cese irreversible de las funciones encefálicas, sin entrar a discutir la porción del encéfalo que debe perder irreversiblemente sus funciones para declarar a una persona muerta, se puede llegar por varios caminos (fig. 1), pero es el único criterio válido de muerte, ya que no existe, actualmente, ninguna posibilidad de soporte o suplencia de las funciones del sistema nervioso central. Sin embargo, aunque existe unanimidad en cuanto a la significación que tiene la muerte encefálica para el individuo que la sufre, no hay consenso absoluto en cuanto a su forma de expresión.

Cualquiera que sea la definición de muerte encefálica utilizada, no tiene que manifestarse en una forma material, ya que incorpora contenidos primariamente conceptuales, abstractos y filosóficos, que posteriormente se concretan en unos criterios diagnósticos (pruebas y procedimientos diagnósticos), que no son más que los estándares objetivos que nos ayudan a determinar si la muerte ha ocurrido según la definición que hemos utilizado (tabla 5). En este sentido, la divergencia fundamental entre el criterio de muerte de “todo el encéfalo” y el criterio de muerte del “tronco cerebral” es conceptual y filosófica, limitándose en la práctica a la validez del EEG como prueba diagnóstica para poner de manifiesto si la muerte encefálica ha ocurrido o no, ya que ambos criterios están de acuerdo en la importancia de la exploración clínica para hacer el diagnóstico, siendo los protocolos diagnósticos totalmente superponibles.

Desde un punto de vista práctico, ambos criterios están bastante “próximos”, ya que, si bien en el Código del Reino Unido (tabla 3)<sup>8</sup> se cita que “las pruebas instrumentales como el EEG o las pruebas de flujo sanguíneo cerebral no son necesarias”, tanto los criterios americanos de la Comisión Presidencial (tabla 4)<sup>12</sup> como los recientemente emitidos por la Academia Americana de Neurología<sup>55</sup> tampoco consideran absolutamente imprescindible su realización en todos los casos. La Comisión Presidencial<sup>12</sup> cita textualmente “es deseable la confirmación mediante EEG o determinación del flujo sanguíneo cerebral”. Por su parte, las recomendaciones de la Academia Americana de Neurología<sup>55</sup> especifican que “la realización de una prueba confirmatoria no es obligatoria pero sí deseable en pacientes en los que algún componente específico de la exploración clínica no pueda ser evaluado con exactitud”. En nuestro país, la Sociedad Española de Neurología en su “Dictamen Candanchú sobre diagnóstico neurológico de la muerte (muerte cerebral)” emitido en 1993<sup>56</sup> considera la muerte cerebral como “el cese total e irreversible de la actividad cerebral” y especifica los criterios neurológicos que la definen. En relación con las pruebas instrumentales no se consideran necesarias, citándose textualmente “Adicionalmente, se pueden utilizar criterios instrumentales”.

Concretando, la única diferencia que encontraríamos, a nivel práctico, entre los dos criterios de muerte considerados, es en aquellos enfermos que, reuniendo los criterios clínicos estándar de muerte encefálica, presentan actividad bioeléctrica cerebral persistente, ya que en caso de utilizar el criterio de muerte del tronco, estos enfermos serían declarados fallecidos, mientras que si utilizamos el criterio de todo el encéfalo serían catalogados como “vivos”. Esta evidente divergencia quizás no refleje más que un problema sobre el momento óptimo para la realización del diagnóstico. En la mayor parte de los procesos que determinan la muerte encefálica el deterioro neurológico rostrocaudal es la norma. Un porcentaje menor de esos procesos tienen su origen en la fosa posterior, observándose inicialmente una desaparición de las funciones troncoencefálicas pudiendo coexistir la citada actividad cerebral en grupos neuronales hemisféricos. Esta actividad desaparece en el curso de las horas o días siguientes, completándose entonces el cese completo e irreversible de las funciones encefálicas.

A pesar de su imperfección lógica y de su inconsistencia empírica el criterio de muerte de “todo el encéfalo” ha proporcionado un abordaje práctico y socialmente aceptable del diagnóstico de la muerte encefálica<sup>18</sup>, habiéndonos permitido movernos en este campo con una muy razonable seguridad, al tiempo que nos ha proporcionado una aceptación y una confianza social generalizada. Cualquier cambio en nuestro enfoque de estas cuestiones debe adoptarse cautelosamente, evaluando sus posibles implicaciones.

Junto a los defensores de las formulaciones neocorticales de la muerte creo que existe sólo una función insustituible que caracteriza al ser humano: el “contenido” de la conciencia. No obstante, la sociedad no está preparada aún para definir, diagnosticar y aceptar una definición de muerte basada en la ausencia irreversible del “contenido” de la conciencia, cuando esta función desaparece aisladamente. Como afirma Gracia<sup>1</sup>, “la muerte no es un hecho natural, ya que siempre está mediatizado por la cultura. La muerte es un hecho cultural humano. Y los criterios de muerte también lo son. Es el hombre el que dice qué es vida y qué es muerte, y el que elabora unas definiciones que pueden cambiar con el tiempo. Los éticos y los médicos pueden educar a la sociedad sobre las concepciones de muerte científicamente seguras y filosóficamente defendibles, pero dónde trazar la línea de separación entre la vida y la muerte es una decisión que debe ser tomada por la sociedad en su conjunto, articulándose a través de la legislación y de los principios sociales”.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Gracia D. Vida y muerte: Bioética en el trasplante de órganos. En: Esteban García A, Escalante Cobo JL, eds. Muerte Encefálica y donación de órganos. Madrid: Imprenta de la Comunidad de Madrid I.S.B.N. 84-451-1.113-2, 1995, 13-26.

2. Rodríguez del Pozo P. La determinación de la muerte: Historia de una incertidumbre. *Jano* 1993; 44: 71-77.
3. Jouve M. Diagnostic électro-souscorticographique de la mort du système nerveux central au cours de certain comas. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1959; II: 805-808.
4. Wertheimer P, Jouve M, Descotes J. A propos du diagnostic de la mort du système nerveux dans les comas avec arrêt respiratoire traités par respiration artificielle. *Press Med* 1959; 67: 87-88.
5. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé. *Rev Neurol* 1959; 101: 3-15.
6. Beecher HK. 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: 85-88.
7. Mohandas A, Chou SN. Brain death: a clinical and pathological study. *J Neurosurg* 1971; 35: 211-218.
8. Conference of Medical Royal Colleges and their Faculties in the United Kingdom. Diagnosis of Brain Death. *B Med J* 1976; 2: 1.187-1.188.
9. Conference of Medical Royal Colleges and their Faculties in the United Kingdom. Memorandum on the diagnosis of brain death. *B Med J* 1979; 1: 322.
10. Pallis C. Brainstem death. En: Braakman R, ed. *Handbook of Clinical Neurology: Head injury*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers BV, 1990; 13 (57): 441-496.
11. President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research. *Defining Death: A Report on the Medical, Legal, and Ethical Issues in the Determination of Death*. Washington, DC, US: Government Printing Office, 1981.
12. Guidelines for the determination of death. Report of the medical consultants on the diagnosis of death to the President's Commission for the study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioural Research. *JAMA* 1981; 246: 2.184-2.186.
13. Walker AE. An appraisal of the criteria of cerebral death. A summary statement. A collaborative study. *JAMA* 1977; 237: 982-986.
14. Report of special task force. Guidelines for the determination of brain death in children. *Pediatrics* 1987; 80: 298-300.
15. Escalante JL. La muerte cerebral en el período neonatal. *An Esp Pediatr* 1995; 73: 30-34.
16. Bernat JL. Ethical issues in Neurology. En: Joynt RJ, ed. *Clinical Neurology*. Philadelphia: JB Lippincott Company, 1991; 1-105.
17. Veatch RM. The definition of death: ethical, philosophical, and policy confusion. En: Korein J, ed. *Brain Death: Interrelated Medical and Social Issues*. New York: Ann NY Acad Sci, 1977; 315: 307-317.
18. Truog RD, Flacker JC. Rethinking brain death. *Crit Care Med* 1992; 20: 1.705-1.713.
19. Yougner SJ, Bartlett ET. Human death and high technology: The failure of the whole-brain formulations. *Ann Intern Med* 1983; 99: 252-258.
20. Bartlett ET, Yougner SJ. Human death and the destruction of the neocortex. En: Zaner RM, ed. *Death: Beyond the Whole Brain Criteria*. New York: Kluwer Academic Publisher, 1988; 199-215.
21. Halevy A, Brody B. Brain death: Reconciling definitions, criteria, and tests. *Ann Intern Med* 1993; 119: 519-525.
22. Machado C. Una nueva definición de la muerte según criterios neurológicos. En: Esteban García A y Escalante Cobo JL, eds. *Muerte Encefálica y donación de órganos*. Madrid: Imprenta de la Comunidad de Madrid I.S.B.N. 84-451-1.113-2, 1995; 27-51.
23. Bernat JL. How much of the brain must die in brain death. *J Clin Ethics* 1992; 3: 21-28.
24. Howlett TA, Keogh AM, Perry L, Touzel R, Rees LH. Anterior and posterior pituitary function in brain stem dead donors: A possible role for hormonal replacement therapy. *Transplantation* 1989; 47: 828-834.
25. Outwater KM, Rockoff MA. Diabetes insipidus accompanying brain death in children. *Neurology* 1984; 34: 1.243-1.246.
26. Fiser DH, Jimenez JF, Wrape V, Woody R. Diabetes insipidus in children with brain death. *Crit Care Med* 1987; 15: 551-553.
27. Hohenegger M, Vermes M, Mauritz W, Redl G, Sporn P, Eiselsberg P. Serum vasopressin (AVP) levels in polyuric brain-dead organ donors. *Eur Arch Psychiatry Neurol Sci* 1990; 239: 267-269.
28. Arita K, Uozumi T, Oki S, Ohtani M, Taguchi H, Morio M. Hypothalamic pituitary function in brain death patients-From blood pituitary hormones and hypothalamic hormones. *No Shin-kei Geka* 1988; 16: 1.163-1.171.
29. Schrader H, Krogness K, Aakvaag A, Sortland O, Purvis K. Changes of pituitary hormones in brain death. *Acta Neurochir (Wien)* 1980; 52: 239-248.
30. Pallis C. ABC of brain stem death. Prognostic significance of a dead brain stem. *BMJ* 1983; 286: 123-124.
31. Grigg MM, Kelly MA, Celesia GG, Ghobrial MW, Ross ER. Electroencephalographic activity after brain death. *Arch Neurol* 1987; 44: 948-954.
32. Escalante JL, Calle B, Muñoz J, Guerrero JE, Esteban A. Disociación entre los potenciales evocados y el EEG en la muerte cerebral. A propósito de dos casos. *Medicina Intensiva* 1993; 17: S184.
33. Pallis C. Brain stem death: the evolution of the concept. *Semin Thor Cardiovasc Surg* 1990; 2: 135-152.
34. Pallis C. Death Beyond the wholebrain criteria. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1989; 52: 1.023-1.024.
35. Pallis C, Harley DH. ABC of brainstem death. London: British Medical Journal, 1996.
36. Wikler D, Weisbard AJ. Appropriate confusion over brain death. *JAMA* 1989; 261: 2.246.
37. Plum F, Posner JB. *The diagnosis of stupor and coma*. Philadelphia: FA Davis Company, 1980.
38. Katayama Y, Tsubokawa T, Yamamoto T, Hirayama T, Miyazaki S, Koyama S. Characterization of brain activity with deep brain stimulation in patients in a persistent vegetative state: pain-related late positive component of cerebral evoked potential. *Pace* 1991; 14: 116-121.
39. Sturm V, Kuhner A, Schmitt HP, Assmus H, Stock G. Chronic electrical stimulation of the thalamic unspecific activating system in a patient with coma due to midbrain and upper brain stem infarction. *Acta Neurochirurgica* 1979; 47: 235-244.
40. Cohadron F, Richer E. Stimulation cerebrale profonde chez des patients en état végétatif post-traumatique. 25 observations. *Neurochirurgie* 1993; 39: 281-292.
41. Wikler D. Not dead, not dying? Ethical categories and the persistent vegetative state. *Hastings Center Rep* 1988; 18: 41-47.
42. Green MB, Wikler D. Brain death and personal identity. *Philosophy and Public Affairs* 1980; 2: 105-133.
43. Cranford RE, Smith DR. Consciousness: the most critical moral (constitutional) standard for human personhood. *Am J Law Med* 1990; 332: 669-674.
44. Jennett B, Plum F. Persistent vegetative state after brain damage: a syndrome in search of name. *Lancet* 1974; 1: 734-737.
45. Plum, P. Coma and related global disturbances of the human conscious state. En: Peters A, ed. *Cerebral Cortex*. New York: Plenum Publishing Corporation, 1991; 9: 359-425.
46. Celesia GG. Persistent vegetative state. *Neurology* 1993; 43: 1.457-1.458.
47. Childs NL, Mercer WN, Childs HW. Accuracy of diagnosis of persistent vegetative state. *Neurology* 1993; 43: 1.465-1.467.
48. ANA Committee on ethical affairs. Persistent vegetative state: report of the American Neurological Association Committee on Ethical Affairs. *Ann Neurol* 1993; 33: 386-390.
49. Council on Scientific Affairs and Council on Ethical and Judicial Affairs. Persistent vegetative and the decision to withdraw or withhold life support. Council report. *JAMA* 1990; 263: 426-430.
50. Cranford RE. The persistent vegetative state: the medical reality (getting the facts straight). *Hasting Cent Rep* 1988; 18: 27-32.
51. Spudis EV. The persistent vegetative state-1990. *J Neurol Sci* 1991; 102: 128-136.
52. Bernat JL. The boundaries of the persistent vegetative state. *J Clin Ethics* 1992; 3: 176-180.
53. Rosenberg GA, Johnson SF, Brenner RP. Recovery of cognition after prolonged vegetative state. *Ann Neurol* 1977; 2: 167-168.

**54.** Steinbock B. Recovery from persistent vegetative state? The case of Carrie Coons. *Hastings Cent Rep* 1989; 19: 14-15.

**55.** Practice parameters for determining brain death in adults (summary statement). Report of the Quality Standards Subcommi-

tee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 1995; 45: 1.012-1.014.

**56.** Dictamen Candanchú sobre diagnóstico neurológico de la muerte (muerte cerebral). Sociedad Española de Neurología, 1993.