

NEUROCIRUGIA CONTEMPORÁNEA

PUBLICACIÓN MENSUAL PARA FORMACIÓN CONTINUADA
EN NEUROCIRUGÍA

VOLUMEN 3 · NÚMERO 8
AGOSTO 2009

Muerte cerebral. Legislación vigente sobre trasplante de órganos.

J. Sales Llopis

Servicio de Neurocirugía - Hospital General Universitario de Alicante

sales@neurocirugia.com

Introducción

Tradicionalmente se ha definido la muerte como el cese de todas las funciones corporales, inclusive la respiración y el latido cardíaco, pero dado que ha sido posible revivir a algunas personas después de un periodo de tiempo sin respiración, actividad cardíaca o cualquier otro signo visible de vida, así como mantener la actividad respiratoria y el flujo sanguíneo artificialmente, se hizo necesaria una mejor definición de la muerte, surgiendo durante las últimas décadas el concepto de muerte cerebral o muerte encefálica. Según este criterio, se puede declarar clínicamente muerta a una persona aún si permanece con actividad cardíaca y ventilatoria gracias al soporte artificial en una unidad de Cuidados Intensivos. La muerte encefálica implica el cese irreversible de la actividad vital de todo el encéfalo incluido el tallo cerebral (estructura más baja del encéfalo encargada de la gran mayoría de las funciones vitales), comprobada mediante protocolos clínicos neurológicos bien definidos y soportada por pruebas especializadas.

Definición

La muerte cerebral (o también llamado, "muerte encefálica") se define como el cese

completo e irreversible de la actividad cerebral o encefálica. La aparente ausencia de función cerebral no es suficiente, se requieren pruebas de esta irreversibilidad.

Diagnóstico

Para realizar el diagnóstico de muerte encefálica debe satisfacerse el CRITERIO CEREBRAL O ENCEFALICO para diagnóstico de muerte, es decir, la comprobación del cese irreversible de la función del encéfalo como un TODO (no necesariamente de todas las neuronas), aún en presencia de un funcionamiento cardiovascular y ventilatorio artificial.

Diagnóstico de Muerte por el Criterio Encefálico: Para establecer el Diagnóstico de muerte según este criterio es necesario comprobar el cese irreversible de la función del Encéfalo como un TODO mediante los pasos que se describen en esta Guía.

GUIA PARA EL DIAGNOSTICO DE MUERTE POR EL CRITERIO ENCEFALICO

PREREQUISITOS

Es claro que solo se considera el diagnóstico de Muerte Encefálica, si se presenta un

paciente hemodinámica y ventilatoriamente estable en UCI, soportado al menos con ventilación artificial, en el cual se sospecha que no existe ningún tipo de actividad cerebral.

Antes que nada, es necesario cumplir los siguientes prerequisites: Evidencia clínica e imagenológica de una causa establecida y suficiente.

Se debe disponer de mínimo una imagen cerebral (por lo menos una escanografía simple de cráneo) que evidencie en forma clara y sin lugar a dudas la causa de la supuesta muerte encefálica (edema cerebral severo, hernia transtentorial, hemorragia masiva, etc.). Los pacientes con imagen normal deben ser investigados en forma exhaustiva acerca de la causa del daño cerebral (punción lumbar, imágenes funcionales, EEG, angiografía, etc.). Posibilidad de recuperación excluida.

La observación cuidadosa, el tiempo de observación, el conocimiento claro y completo de la historia clínica y de la causa del daño cerebral, la exclusión de factores que puedan traer confusión, las imágenes diagnósticas, son algunos de los elementos que llevan a concluir que ya no es posible una recuperación.

Exclusión de condiciones neurológicas o médicas asociadas que puedan confundir la evaluación clínica, entre otras, alteraciones electrolíticas, metabólicas o endocrinas severas, intoxicación o efecto de drogas neurodepressoras (sobre todo sedantes, anestésicos, barbitúricos o relajantes, hipotermia (la temperatura corporal menor de 32° C puede imitar un cuadro clínico parecido a muerte encefálica y ser completamente reversible), menores de 5 años o hipotensión severa (TAS menor de 90mmhg).

HALLAZGOS CLINICOS

Una vez verificado los anteriores prerequisites debe demostrarse el cese de la función Cortical y Troncular en forma irreversible para lo cual es necesario documentar tres cardinales hallazgos clínicos, los que deben establecerse en ausencia de todo efecto de medicación neurodepresora, sedante o relajante, en un paciente más o menos "estable" hemodinámicamente, sin alteraciones severas de la oxigenación, ni alteraciones metabólicas o hidroelectrolíticas severas, sin hipotermia severa y sin una condición neurológica que impida una adecuada evaluación (como síndrome de Guillain Barre severo o de Miller-Fisher, síndrome de enclaustramiento, estado vegetativo, etc.). Presencia de Coma Profundo

Ausencia de respuesta, ya sea consciente o refleja, a estímulos externos de cualquier tipo, teniendo en cuenta que los reflejos espinales, viscerosomáticos y visceroviscerales no necesariamente deben estar ausentes. Estos reflejos y algunos movimientos también reflejos (espinales) se han descrito en pacientes con muerte encefálica y pueden presentarse sin que esto excluya el diagnóstico.

Pérdida de todos los reflejos del Tallo Cerebral

Mesencéfalo: Pupilar

Falta de respuesta a la luz y pupilas con posición en línea media con tamaño de 4 a 9 mm. La decorticación también debe estar ausente. Esta se considera un reflejo multisináptico complejo de integración supramesencefálica. Mesencéfalo y Puente: Oculocefálicos y oculo vestibulares

Oculocefálicos: Falta de respuesta al movimiento de la cabeza (debe haberse descartado por supuesto fractura o inestabilidad cervical).

Oculovestibulares: Falta de respuesta (ojos fijos en la línea media) a la irrigación de cada oído con 50 c/c de agua fría hasta por 2 minutos después y con un intervalo mínimo de 10 minutos entre lado y lado (debe realizarse previamente una otoscopia para descartar perforación timpánica). Esta prueba ha sido muy bien descrita desde 1979. Otros reflejos Pontinos

Ausencia de reflejos corneano, mandibular, de chupeteo, mentoniano y de trompa. La descerebración también debe estar ausente. Esta se considera también un reflejo multisináptico complejo de integración pontomesencefálica. Se han descrito, sin embargo, unos movimientos similares a la descerebración que son de origen espinal y que no invalidan el diagnóstico de muerte encefálica.

Bulbares

Ausencia de reflejos nauseoso y carinal.

El primero no es posible evaluarlo en un paciente intubado y el segundo se debe explorar mediante la respuesta a la succión traqueal con una cánula en la carina. La sola maniobra de empujar y halar el tubo orotraqueal no es suficiente.

Ausencia del reflejo vasopresor y respiratorio.

El reflejo vasopresor se evalúa observando la poca variabilidad de la frecuencia cardiaca y la necesidad de utilizar vasoconstrictores periféricos para mantener la TA. Puede ser mejor evaluado con la inyección intravenosa de 2 mg de atropina, después de la cual la frecuencia cardiaca no debe aumentar en más del 10% del valor basal. En sujetos con bulbo viable la frecuencia cardiaca aumenta en más de un 30% del valor basal. El reflejo respiratorio debe evaluarse mediante la prueba o "test" de apnea, teniendo en cuenta

que esta no es aplicable en retenedores crónicos de CO₂. Se ha demostrado ampliamente que la sola desconexión del ventilador o la colocación del mismo en CPAP no son maniobras confiables para evaluar la apnea. Prueba de hiperoxigenación apneica Positiva (test de apnea)

Son muchas las revisiones que han contribuido a determinar la mejor forma de realizar esta prueba. Es común, sin embargo, que esta prueba sea abandonada frecuentemente (generalmente debido a hipotensión, hipoxia o acidemia durante la prueba) o que se realice en forma errónea. La gran mayoría de las veces logra llevarse a cabo satisfactoriamente si se siguen estrictamente los pasos que se mencionan abajo. Debe tenerse en cuenta que el resultado de éstas pruebas puede ser Fallido, Positivo o Negativo.

Prerrequisitos de la Prueba de Apnea:

Temperatura corporal mayor de 36.5°C (Se requiere una temperatura mayor que la necesaria para la evaluación general de muerte encefálica (32°C)).

Tensión arterial sistólica mayor de 90 mmhg y estable (La inestabilidad hemodinámica debe corregirse antes).

Euvolemia. Debe comprobarse la normovolemia preferiblemente con la medición de la presión venosa central o la presión en muñeca. La hipovolemia desencadena hipotensión durante la prueba.

Normocapnia y normoxemia: Deben realizarse gases arteriales previos a la prueba de apnea y después de haber corregido los valores alterados antes de iniciar la prueba.

La PO₂ debe ser igual o mayor de 200 mmhg y la PCO₂ de 60 mmhg o mayor. Esto puede lograrse con una hipoventilación con hiperoxigenación (disminuir la frecuencia del

ventilador y el volumen corriente, aumentar la FiO₂ al 100% y si es posible aumentar en 2 cm la PEEP durante unos 15 a 20 minutos antes de iniciar la prueba).

PH entre 7.3 y 7.4. La acidemia y la alcalemia deben corregirse antes.

HCO₃ mayor de 18. Valores menores pueden causar severa acidosis respiratoria durante la prueba, lo que generalmente desencadena hipotensión y arritmia. Es conveniente corregir la acidosis metabólica con la aplicación de bicarbonato de sodio IV antes de iniciar la prueba.

En caso de circunstancias asociadas como intoxicación, sedación ó relajación debe esperarse como mínimo la vida media del medicamento y/o tomar niveles séricos.

La prueba de apnea no es aplicable en enfermedades pulmonares con retención crónica de CO₂ (EPOC). Esta prueba nunca debe producir daño. Objetivo de la prueba de apnea:

Debe aumentarse la PCO₂ a por lo menos 60 mmhg, sin disminuir el PH por debajo de 7.1 ni disminuir la PO₂ por debajo de 60 mmhg o la saturación capilar de oxígeno por debajo de 90%. No debe presentarse arritmia o hipotensión importante. En caso de que se presente alguna de estas complicaciones la prueba debe suspenderse aunque no se haya alcanzado el nivel de 60 mmhg de PCO₂, y la prueba se considera fallida. Realización de la prueba:

Tomar gases arteriales previos para verificar si el PH, el PO₂ y el PCO₂ están en los niveles adecuados para iniciar la prueba.

Conectar un oxímetro de pulso y desconectar el ventilador colocando una cánula cercana a la carina con oxígeno al 100% entre 6 y 8 litros por minuto. El diámetro externo de la cánula debe ser máximo la mitad del diámetro

interno del tubo oro-traqueal para evitar que produzca presión positiva intratorácica.

Vigilar estrechamente el monitor de EKG y tomar la TA cada minuto durante la prueba.

Vigilar estrechamente movimientos abdominales o de tórax, para lo cual debe mantenerse completamente descubierto al paciente. Ante cualquier movimiento de tipo respiratorio la prueba se detiene restituyéndose el ventilador a parámetros normales y se considera NEGATIVA para muerte encefálica.

Teniendo en cuenta que por cada minuto en apnea el PCO₂ aumenta aproximadamente en 2.5 mmhg, se puede calcular el tiempo que se tardaría en aumentar el PCO₂ a 60 mmhg mediante la fórmula:

$$\text{Tiempo en alcanzar 60 mmhg de PCO}_2 \text{ (min)} = (60 - \text{PCO}_2\text{actual}) / 2.5$$

Esperar entonces este tiempo y tomar gases arteriales y luego repetirlos a los dos minutos si es necesario, hasta obtener una PCO₂ mayor de 60 mmhg (generalmente utilizando el tiempo calculado mediante esta fórmula, se obtiene un PCO₂ cercano a 60 mmhg o algo mayor). Tener en cuenta que la prueba debe abortarse si se observa PO₂ menor de 60, PH menor de 7.1 o si se presenta arritmia, hipotensión o desaturación, en cuyo caso se considera FALLIDA.

Si se logra alcanzar una PCO₂ de 60 mmhg o mayor, sin que se observe ningún movimiento de tórax o abdomen la prueba se considera POSITIVA para muerte encefálica y soporta el diagnóstico de la misma.

Es indispensable que las evaluaciones clínicas (incluidas las pruebas de apnea) sean dos como mínimo y estén separadas por un intervalo de tiempo, el cual dependerá de la patología de base del paciente. Las evaluaciones deben ser efectuadas por dos

especialistas diferentes (uno de ellos debe ser Neurólogo o Neurocirujano y el otro preferiblemente el intensivista), que no tengan relación con el equipo de trasplantes en el caso de que el paciente sea donante de órganos.

CIRCUNSTANCIAS ESPECIALES

Existen algunas circunstancias especiales en las que no pueden cumplirse estrictamente los pasos anteriormente expuestos. Menores de 5 Años

El paraclínico confirmatorio es requerido.

De 2 a 24 meses de edad el intervalo debe ser de 24 horas como mínimo.

De 7 a 60 días de edad el intervalo debe ser de 48 horas como mínimo.

En menores de 7 días el diagnóstico de Muerte encefálica no es aplicable.

Drogas y estados patológicos que afectan la función neuronal

En sospecha o evidencia de algunas drogas que afectan la función neuronal, como Anticolinérgicos, Bloqueadores Neuromusculares, Ototóxicos, Sedantes, Anticonvulsivantes, Antidepresivos Tricíclicos, etc.; o ante la presencia de enfermedades neurológicas como síndrome de Enclaustramiento, síndrome de Guillain Barré, síndrome de Miller Fisher, Lesión Pontina, Estado Vegetativo Persistente, Ceguera, etc.; es importante tener en cuenta la limitación que está ofreciendo la droga, tóxico o enfermedad a la evaluación clínica y proceder de acuerdo a esto (en algunos casos el diagnóstico clínico de Muerte encefálica no podrá llevarse a cabo).

PARACLINICOS CONFIRMATORIOS

El diagnóstico de Muerte encefálica es eminentemente clínico pero existen algunos paraclínicos confirmatorios que ayudan a soportar el diagnóstico. Un paraclínico se

considera POSITIVO cuando respalda el diagnóstico de muerte encefálica y NEGATIVO cuando no (es decir, cuando el resultado es normal). En orden de importancia son:

Gammagrafía con Tecnecio 99 HMPAO (SPECT), considerado el paraclínico más confiable por cuanto nos da información acerca del metabolismo neuronal, aunque se han reportado falsos positivos.

Angiografía por radionúclidos y Angiografía de 4 vasos, las cuales demuestran la ausencia de flujo sanguíneo cerebral en la muerte encefálica. Sin embargo, pueden presentarse falsos positivos debido a que si existe flujo sanguíneo en el bulbo raquídeo este puede no verse en este examen; y falsos negativos, ya que la presencia de circulación intracraneana no excluye el diagnóstico de muerte encefálica.

Doppler Transcraneal. Este último ha cobrado popularidad recientemente debido a su facilidad de uso y a que es un método no invasivo. Se ha delineado bien la técnica utilizada y los resultados en muerte encefálica en varios artículos.

Electroencefalograma, el cual ha sido popular durante muchos años y todavía se usa en muchos países como paraclínico confirmatorio de primera elección pero presenta una utilidad muy limitada, con muchos falsos negativos y falsos positivos reportados (28,32).

Espectroscopia por Resonancia Magnética. Costoso, poco práctico y con bastantes falsos positivos y falsos negativos.

Tomografía por Emisión de Positrones. Excesivamente costoso y no práctico.

Potenciales Evocados Auditivos, muy utilizados anteriormente, son de poca

utilidad por su baja especificidad y sensibilidad.

Legislación

Desde octubre de 1979 está vigente la Ley de Trasplante 30/1979, de 29 de octubre que regula de manera específica la extracción de órganos y el trasplante en España. Esta ley conjuntamente con el Real Decreto que la desarrollaba contribuyeron de manera decisiva a establecer las bases del sistema que permitiría crear la estructura necesaria para generar y trasplantar órganos en España.

El trasplante de órganos requiere la solidaridad de la sociedad, equipos de trasplantes, recursos económicos y una base legal que garantice la adecuación del procedimiento y la transparencia del sistema.

Hasta finales de la década de los cincuenta el diagnóstico y la declaración de muerte de una persona se basaba desde el punto de vista médico-legal en la ausencia de latidos cardíacos y de respiración espontánea. Este factor impide en la práctica extraer el corazón de un donante y complica de manera extraordinaria la extracción del resto de órganos para trasplante.

Un primer avance fundamental en este apartado se consiguió gracias a la definición de muerte cerebral, una vez se establece la conclusión de que en el encéfalo reside el diagnóstico definitivo de muerte. La consecuencia más inmediata de la introducción del concepto de muerte cerebral es que la definición de muerte tradicional es insuficiente ya que su diagnóstico se realiza en base al criterio de parada cardiorrespiratoria y no excluye el criterio neurológico.

La paulatina evolución de los trasplantes desde sus primeras experiencias hasta su consolidación como terapia eficaz obliga a los

países más avanzados del mundo a legislar sobre este tema.

Antecedentes legales en España

La Ley de 1950, de obtención de piezas anatómicas para injertos, establece en su articulado la posibilidad de extraer de los cadáveres piezas anatómicas, órganos y tejidos si se cumplen los siguientes requisitos:

El plazo de extracción no debe superar las veinticuatro horas posteriores al fallecimiento

Los centros sanitarios deben estar autorizados para extraer

La persona fallecida debía manifestar en vida su voluntad de donar

La ley española de trasplantes de 1979 tiene un antecedente en la recomendación que dicta en 1978 el Consejo de Europa con la finalidad de orientar a los diferentes estados en la elaboración de la legislación sobre trasplantes. Esta directiva incide en los derechos de los donantes o el carácter voluntario y gratuito de la donación entre otros aspectos.

No obstante la evolución positiva experimentada en el campo del diagnóstico de muerte encefálica, de la preservación de órganos y de la práctica de los trasplantes, fruto del consenso y de los progresos científicos y técnicos alcanzados, hacen precisa la actualización de las disposiciones reglamentarias básicas que regulan estas materias, recogidas, fundamentalmente, en el Real Decreto 426/1980, de 22 de febrero, que desarrolla la Ley 30/1979, de 27 de octubre, sobre Extracción y Trasplante de Órganos.

Ley 30/1979, de 27 de octubre, sobre extracción y trasplante de órganos

Desde octubre de 1979 está vigente la Ley de Trasplante 30/1979 que regula de manera

específica la extracción de órganos y el trasplante en España.

Esta ley consta de 7 artículos, dos disposiciones adicionales y una derogatoria.

La Ley de trasplantes define el marco legal del trasplante en España. Los puntos esenciales son:

Regulación de la cesión, extracción, conservación, intercambio y trasplante de órganos (art 1)

Prohibición de cualquier tipo de compensación económica por la donación de órganos (art 2)

Necesidad de autorización expresa de las unidades extractoras (art. 3)

Definición de los requisitos de la donación de vivo (art. 4):

1. Mayoría de edad del donante
2. Plenas facultades mentales del donante
3. Información sobre las consecuencias de la donación
4. Consentimiento expreso, libre y consciente
5. Firma del consentimiento
6. Destino del órgano sea para una persona determinada

Obligación de comprobar la muerte del donante antes de proceder a la extracción de los órganos (art. 5)

Descripción de las obligaciones del responsable de la unidad de trasplante respecto al receptor:

1. Que sea plenamente consciente del tipo de intervención que va a efectuarse
2. Que reciba plena información de todos los estudios inmunológicos entre donante y receptor
3. Que exprese por escrito su consentimiento para la realización del trasplante.

Real Decreto 2070/1999, de 30 de diciembre, por el que se regulan las actividades de obtención y utilización clínica de órganos humanos y la coordinación territorial en materia de donación y trasplante de órganos y tejidos.

Anexo I y Anexo II

Los aspectos más destacados que regula el decreto son:

El concepto de órgano, donante vivo, donante fallecido, diagnóstico de muerte, receptor, extracción de órganos, trasplante de órganos, centro de extracción de órganos de donante vivo y donante fallecido y centro de trasplante de órganos (art. 3)

Los objetivos del trasplante (art. 4)

La confidencialidad de toda la información derivada (art. 5)

Las campañas de educación, formación, promoción y publicidad (art. 6 y 7)

Prohibición de cualquier tipo de remuneración por donar órganos para trasplante (art. 8)

Las condiciones y requisitos de la donación de vivo (art. 9)

Las condiciones y requisitos de la extracción de donante cadáver (art. 10)

Los requisitos de los centros de extracción de órganos de donante vivo y cadáver (art. 11 y 12)

La entrada y salida de órganos humanos de España para trasplante (art. 14)

Los requisitos para autorizar el trasplante de órganos humanos (art. 15)

La concesión, renovación y extinción de la autorización a los centros de trasplantes (art. 16)

Los requisitos mínimos que deben cumplir las unidades de trasplante (art. 17)

Las funciones de la Organización Nacional de Trasplantes (art. 19)

Las funciones de la comisión permanente de trasplantes del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud (art. 21)

Documento de Consenso Español sobre extracción de órganos para trasplante de donantes a corazón parado

La Organización Nacional de Trasplantes emite en 1996 un Documento de Consenso Español sobre extracción de Órganos para Trasplantes de Donantes a Corazón Parado donde se recogen aspectos técnicos, legales y éticos sobre donación de órganos a corazón parado.

Como aspectos técnicos del documento de consenso interesa:

La definición de muerte en el caso de donante a corazón parado

Los tipos de donante

La selección de donantes

Las técnicas de preservación

Como aspectos legales el documento:

Insta a modificar (como así se ha hecho) el Real Decreto 426/80 en materia de donación en caso de muerte cerebral

Acepta el inicio de las maniobras que permitan la conservación de órganos con vistas a la posterior extracción y trasplante de los mismos, mientras se localiza al familiar del fallecido que puedan constatar su no oposición en vida a la donación

En cuanto al consentimiento a la donación y a la autorización judicial, los donantes en asistolia se consideran de la misma manera que los donantes en muerte encefálica.

Como aspectos éticos recoge que:

El médico que certifica la muerte no debe formar parte de los equipos de extracción de trasplante

El respeto a los comportamientos y sentimientos de la familia

La información completa e inteligible a la familia

Real Decreto 411/1996, de 1 de marzo, por el que se regulan las actividades relativas a la utilización de tejidos humanos.

Orden de 16 de octubre de 1990, sobre acreditación de Centros sanitarios para la práctica de actividades de extracción y trasplante de órganos y tejidos.

Decreto 217/1997, de 24 de julio, por el que se regulan las actividades relativas a la utilización de tejidos humanos en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Bibliografía

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;205:337-340.

Becker DP, Robert CM Jr, Nelson JR, Stern WE. An evaluation of the definition of cerebral death. Neurology 1970;20:459-462.

Beecher HK. After the "Definition of Irreversible Coma." N Engl J Med 1969;281:1070-1071.

Belsh JM, Chokroverty S. Short-latency somatosensory evoked potentials in brain-

- dead patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987;68:75-8.
- Beresford HR. Brain death. *Neurol Clin* 1999;17:295-306.
- Bernat JL, Culver CM, Gert B. On the definition and criterion of death. *Ann Intern Med* 1981;94:389-394.
- Bernat JL, Taylor RM. Ethical Issues in Neurology. En *Baker's Clinical Neurology*: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
- Bernat JL. A defense of the whole-brain concept of death. *Hastings Cent Rep* 1998;28(2):14-23.
- Bernat JL. Brain Death. A historical perspective. 54th Annual Meeting, 2002; 3AS.006:1-10.
- Bernat JL. Brain Death. En: Gilman S, editor. *MedLink Neurology*. San Diego: MedLink Corporation. Available at www.medlink.com. Accessed March 15, 2003.
- Bernat JL. Brain Death: Religious acceptance and opposition. 524th Annual Meeting, 2000; 2DS.004:22-29.
- Bernat JL. How much of the brain must die in brain death? *J Clin Ethics* 1992;3:21-6.
- Black PM, Diagnosis of Death by Brain Criteria. En Ropper AH: *Neurological and Neurosurgical Intensive Care*, 3ra E., Cap. 24, Raven Press, 1993.
- Browne A, Gillett G, Tweeddale M. The ethics of elective (non-therapeutic) ventilation. *Bioethics* 2000;14:42-57.
- Canadian Neurocritical Care Group. Guidelines for the diagnosis of brain death. *Can J Neurol Sci* 2000;26:64-66.
- Capron HM. Brain death: well settled yet still unresolved. *N Engl J Med* 2001;344:1244-1246.
- Collaborative Study of Cerebral Survival. An appraisal of the criteria of cerebral death. *JAMA* 1977;237:982-986.
- Cooper DK, Basker M. Physiologic changes following brain death. *Transplant Proc* 1999;31:1001-2.
- Decreto número 1172 de 1989; Decreto-Ley Colombiano sobre Muerte encefálica y Donación de órganos, República de Colombia, *Diario Oficial*, Junio 7, 1989.
- Decreto número 1546 de 1998; Ley 454 de agosto 4 de 1998, República de Colombia, *Diario Oficial*, Agosto 6, 1998.
- Derringer MN, Wijdicks EFM. Brain death in historical perspective. In Wijdicks EFM, ed. *Brain Death*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001:5-27.
- Ducrocq X, Braun M, Debouverie M, Junges C, Hummer M, Vespignani H. Brain death and transcranial Doppler: experience in 130 cases of brain dead patients. *J Neurological Sci* 1998;160:41-6.
- Flowers WM Jr, Patel BR. Radionuclide angiography as a confirmatory test for brain death: a review of 229 studies in 219 patients. *South Med J* 1997;90:1091-6.
- Giacomini M. A change of heart and a change of mind? Technology and the redefinition of death in 1968. *Soc Sci Med* 1997;44:1465-1482.
- Goldie WD, Chiappa KH, Young RR, Brooks RB. Brainstem auditory and short-latency somatosensory evoked responses in brain death. *Neurology* 1981;31:248-56.
- Goudreau JL, Wijdicks EF, Emery SF. Complications during apnea testing in the

- determination of brain death: predisposing factors. *Neurology* 2000;55:1045-8.
- Grau JM, Diagnóstico de la muerte cerebral. En *Net A, Marruecos L: Neurología crítica*, Springer-Verlag Ibérica, 1994.
- Grigg MM, Kelly MA, Celesia GG, Ghobrial MW, Ross ER. Electroencephalographic activity after brain death. *Arch Neurol* 1987;44:948-54.
- Halevy A, Brody B. Brain Death: Reconciling definitions, criteria, and test. *Ann Intern Med* 1993;119:519-525.
- Haupt WF, Rudolf J. European brain death codes: a comparison of national guidelines. *J Neurol* 1999;246:432-437.
- Hicks RG, Torda TA. The vestibulo-ocular (caloric) reflex in the diagnosis of cerebral death. *Anaesth Intensive Care* 1979;7:169-73.
- Hughes JR. Limitations of the EEG in coma and brain death. *Ann N Y Acad Sci* 1978;315:121-36.
- Hughes R, McGuire G. Neurologic disease and the determination of brain death: the importance of a diagnosis. *Crit Care Med* 1997;25:1923-4.
- Jeret JS, Benjamin JL. Risk of hypotension during apnea testing. *Arch Neurol* 1994;51:595-9.
- Lampl Y, Gilad R, Eschel Y, et al. Diagnosing brain death using the transcranial Doppler with a transorbital approach. *Arch Neurol* 2002;59:58-60.
- Lang CJG. Apnea testing by artificial CO₂ augmentation. *Neurology* 1995;45:966-9.
- Lovblad KO, Bassetti C. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in brain death. *Stroke* 2000;31:539-42.
- Machado C, editor. *Brain death*. Amsterdam: Elsevier, 1995.
- Marks SJ, Zisfein J. Apneic oxygenation in apnea tests for brain death: a controlled trial. *Arch Neurol* 1990;47:1066-8.
- Marti-Fabregas J, Lopez-Navidad A, Cabalero F, et al. Decerebrate-like posturing with mechanical ventilation in brain death. *Neurology* 2000;54:224-7.
- Medical Consultants to the President's Commission. 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 Behavioral Research. Guidelines for the determination of death. *JAMA* 1981;246:2184-6.
- Mejia RE, Pollack MM. Variability in brain death determination practices in children. *JAMA* 1995;274:550-3.
- Mohandas A, Chou SN. Brain death: a clinical and pathologic study. *J Neurosurg* 1971;35:211-218.
- Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé (mémoire préliminaire). *Rev Neurol* 1959;101:3-15.
- Murray J. Moral and ethical reflection of organ transplantation. *Linacre Q* 1964;31:54-64.
- Ostermann ME, Young B, Sibbald WJ, et al. Coma mimicking brain death following baclofen overdose. *Intens Care Med* 2000;26:1144-6.
- Pallis C. *ABC of Brainstem Death*. London: British Medical Journal Publishers, 1983. 3AS.006-9

- Posner JB. Coma and other states of consciousness: the differential diagnosis of brain death. *Ann N Y Acad Sci* 1978;315:215-27.
- Power BM, Van Heerden PV. The physiological changes associated with brain death—current concepts and implications for treatment of the brain dead organ donor. *Anaesth Intensive Care* 1995;23:26-36.
- Powers AD, Graeber MC, Smith RR. Transcranial Doppler ultrasonography in the determination of brain death. *Neurosurgery* 1989;24:884-9.
- Powner DJ, Ackerman BM, Grenvik A. Medical diagnosis of death in adults: historical contributions to current controversies. *Lancet* 1996;348:1219-1223.
- Powner DJ, Bernstein IM. Extended somatic support for pregnant women after brain death. *Crit Care Med* 2003;31:1241-49.
- Powner DJ, Darby JM. Controversies in Brain Death Certification. In Shoemaker, Ayres: *Textbook of Critical Care*, W.B. Saunders Company, 1995.
- Powner DJ, Darby JM. Current considerations in the issue of brain death. *Neurosurgery* 1999;45:1222-7.
- President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Biomedical and Behavioral Research. *Defining Death. A report on medical, legal, and ethical issues in the determination of death*. Washington, DC: Government Printing Office, 1981.
- Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. Practice parameters for determining brain death in adults [summary statement]. *Neurology* 1995;45:1012-14.
- Real Decreto 2070/1999 (December 30, 1999). Spain.
- Reid RH, Gulenchyn KY, Ballinger JR. Clinical use of technetium-99m HM-PAO for determination of brain death. *J Nucl Med* 1989;30:1621-6.
- Ropper AH, Kennedy SK, Russell L. Apnea testing in the diagnosis of brain death: clinical and physiological observations. *J Neurosurg* 1981;55:942-6.
- Ruiz-Lopez MJ, Martinez de Azagra A, Serrano A, et al. Brain death and evoked potentials in pediatric patients. *Crit Care Med* 1999;27:412-6.
- Saposnik G, Bueri JA, Maurino J, et al. Spontaneous and reflex movements in brain death. *Neurology* 2000;54:221-3.
- Schafer JA, Caronna JJ. Duration of apnea needed to confirm brain death. *Neurology* 1978;28:661-6.
- Schwab RS, Potts F, Bonazzi A. EEG as an aid in determining death in the presence of cardiac activity (ethical, legal, and medical aspects). *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1963;15:147.
- Shewmon DA. "Brainstem death," "brain death" and death: a critical re-evaluation of the purported equivalence. *Issues Law Med* 1998a;14:125-45.
- Shewmon DA. Chronic "brain death:" meta-analysis and conceptual consequences. *Neurology* 1998;51:1538-1545.
- Shewmon DA. Recovery from 'brain death:' a neurologist's apologia. *Linacre Q* 1997;64(1):30-96.
- Shewmon DA. The brain and somatic integration: insights into the standard biological rationale for equating "brain

- death" with death. *J Med Philosophy* 2001;26:457-478.
- Soifer B, Gelb A. The multiple organ donor: identification and management. *Ann Intern Med* 1989;110:814-23.
- Spittler JF, Wortmann D, von Düring M, et al. Phenomenological diversity of spinal reflexes in brain death. *Europ J Neurol* 2000;7:315-21.
- Staworn D, Lewison L, Marks J, et al. Brain death in pediatric intensive care unit patients: incidence, primary diagnosis, and the clinical occurrence of Turner's triad. *Crit Care Med* 1994;22:1301-5.
- Task Force for the Determination of Brain Death in Children. Guidelines for the determination of brain death in children. *Arch Neurol* 1987;44:587-8.
- Taylor RM. Reexamining the definition and criterion of death. *Semin Neurol* 1997;17:265-270.
- Truog RD. Is it time to abandon brain death? *Hastings Cent Rep* 1997;27(1):29-37.
- Turmel A, Roux A, Bojanowski MW. Spinal man after declaration of brain death. *Neurosurgery* 1991;28:298-301.
- Veatch RM. The impending collapse of the whole-brain definition of death. *Hastings Cent Rep* 1993;23(4):18-24.
- Veith FJ, Fein JM, Tendler MD, et al. Brain death I. A status report of medical and ethical considerations. *JAMA* 1977;238:1651-1655.
- Veith FJ, Fein JM, Tendler MD, et al. Brain death II. A status report of legal considerations. *JAMA* 1977;238:1744-1748.
- Watts J. Brain-death guidelines revised in Japan. *Lancet* 1999;354:1011.
- Weyrauch WK. Acceptance of whole brain criteria for determination of brain death: a comparative analysis of the United States and Japan, UCLA, *Pacific Basin Law J*, 1999;17:91-123.
- Wijdicks EF, editor. *Brain death*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001b.
- Wijdicks EF. Brain death worldwide: accepted fact but no global consensus in diagnostic criteria. *Neurology* 2002;58:20-5.
- Wijdicks EF. Brain death. 55th Annual Meeting, 2003; 2FC.004.
- Wijdicks EF. Determining brain death in adults. *Neurology* 1995;45:1003-11.
- Wijdicks EF. The diagnosis of brain death. *N Engl J Med* 2001a;344:1215-21.
- Williams MA, Suarez JI. Brain death determination in adults: more than meets the eye. *Crit Care Med* 1997;25:1878-8.
- Wilson K, Gordon L, Selby JB Jr. The diagnosis of brain death with Tc-99m HMPAO. *Clin Nucl Med* 1993;18:428-34.
- Working Group of Conference of Medical Royal Colleges and the Faculties in the United Kingdom. The criteria for diagnosis of brain death. *J R Coll Physicians* 1995;29:381-382.
- Yoshikai T, Tahara T, Kuroiwa T, et al. Plain CT findings of brain death confirmed by hollow skull sign in brain perfusion SPECT. *Radiat Med* 1997;15:419-24.
- Youngner SJ, Arnold RM, Schapiro R (eds). *The Definition of Death: Contemporary Controversies*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999.

Preguntas

Para el test de apnea la Pa Co₂ debe de alcanzar 40 mm Hg

¿verdadero o falso?

En relación con la pregunta anterior se tarda generalmente en llegar a esta cifra 7 horas.

¿verdadero o falso?

Una hipotermia de menos de 35 ° C es una contraindicación para declarar muerte cerebral

¿verdadero o falso?

Una hipotermia de menos de 35 ° C es una contraindicación para declarar muerte cerebral

¿verdadero o falso?

Una cifra de pentobarbital de más de 10 µg/mL es una contraindicación para declarar muerte cerebral

¿verdadero o falso?

Una cifra de presión arterial sistólica de menos de 90 es una contraindicación para declarar muerte cerebral

¿verdadero o falso?

Para declarar muerte cerebral en un recién nacido se debe de tener un periodo observacional de 7 días

¿verdadero o falso?

Un lactante de 10 meses precisa 12 horas

¿verdadero o falso?