
PROTOCOLO de Diagnóstico de Muerte Bajo Criterios Neurológicos (Muerte Encefálica)

Introducción

El tema del diagnóstico de muerte bajo criterios neurológicos (Muerte Encefálica) surge en medicina a partir de la segunda mitad de este siglo, luego del desarrollo de las modernas unidades de cuidados intensivos y sus procedimientos de sostén de las llamadas funciones vitales: respiratoria (a través de ventiladores mecánicos) y cardíaca (con el uso de las drogas inotrópicas), posibilitando a los médicos mantener artificialmente el funcionamiento de los órganos del cuerpo humano luego de la destrucción completa e irreversible de las estructuras encefálicas (cerebro y tronco cerebral). Se reconoció así una nueva forma de definir la muerte, basada en la determinación de la pérdida irreversible de las funciones del encéfalo, que fue rápidamente aceptada por la comunidad científica, extendiéndose luego su aceptación a la sociedad en general y a sus estatutos legales. Este nuevo concepto de muerte fue entonces equiparado con el tradicional, es decir, el cese irreversible de las funciones cardio-respiratorias, tanto desde el punto de vista médico, como legal y ético-religioso. A partir de estos cambios, se hizo necesario establecer normatizaciones para definir con absoluta precisión esta situación, determinándose el primer grupo de criterios en 1968 (criterios de Harvard). Posteriormente fueron publicadas las dos normatizaciones sobre el diagnóstico de muerte que cuentan con mayor aceptación universal en el presente, que son: el Código del Reino Unido para el Diagnóstico de Muerte Encefálica (1976) y las Guías de la Comisión Presidencial de los EE.UU. para el Diagnóstico de Muerte (1981).

En nuestro país, la primera norma legal que incluyó la aceptación de la Muerte Encefálica como la muerte de la persona fue la Ley 21.541 (1977), modificada posteriormente, en este aspecto, por la Ley 23.464 (1987) y finalmente por la Ley 24.193 (1993); reglamentada por el Decreto del Poder Ejecutivo N° 512 de 1995. La misma se encuentra en vigencia actualmente y en sus artículos 23 y 24 se establecen las bases para el diagnóstico de muerte bajo criterios neurológicos. Debemos aclarar que, si bien esta última Ley, como las anteriores, está referida al trasplante de órganos, lo establecido en ella en relación con el diagnóstico y determinación de la muerte de una persona tiene aplicación jurídica general, ya que no existe otra mención al respecto en nuestro cuerpo legal. El punto d) del Artículo 23 de la Ley que rige en la actualidad otorga al INCUCAI el carácter de organismo asesor del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación sobre el particular. Cumpliendo con esta tarea, en el Instituto se elaboró en 1993 un "Protocolo de Diagnóstico de Muerte Encefálica" que fuera aprobado por el Ministerio de Salud y Acción Social en su Resolución N° 97 de 1994. En función de sus contenidos y teniendo en cuenta los avances de las ciencias médicas, en el Instituto, continuando con la tarea de asesoramiento del Ministerio en este tópico, se consideró necesaria su actualización permanente. Se decidió la creación de una Comisión Asesora del Directorio sobre el diagnóstico de Muerte, la cual fue integrada con reconocidas autoridades nacionales en la materia, además de especialistas del propio Instituto. Esta Comisión Asesora Honoraria sesionó desde el 12 de diciembre de 1995, avanzando paulatinamente en la elaboración de un nuevo Protocolo de Diagnóstico de Muerte bajo Criterios Neurológicos. En los primeros meses de 1997, con el consenso de los integrantes de la Comisión, el mismo fue finalizado, avalado por el Directorio de la Institución y aprobado por el Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación a través de la Resolución 34/98 del 20 de marzo de 1998. Entró en vigencia el 26 de marzo de 1998 a partir de su publicación en el Boletín Oficial N° 28.865. Esta normatización adquiere así el carácter de extensión de la Ley 24.193 y ofrece apoyo técnico para quienes realicen estos procedimientos en todo el territorio nacional. El "Protocolo de Diagnóstico de Muerte bajo Criterios Neurológicos" aquí publicado, determina qué procedimientos deben ser realizados a fin de determinar la muerte de una persona cuyas funciones cardio respiratorias estén siendo artificialmente sostenidas por métodos terapéuticos, describe la metodología a emplear tanto para los estudios complementarios confirmatorios como para el propio examen neurológico, determina su oportunidad y la necesidad de repeticiones, define la conducta frente a algunas situaciones especiales y detalla los hallazgos compatibles con el diagnóstico de muerte.

Este Protocolo podrá ser modificado a través del mismo acto administrativo, cada vez que sea requerido, ya sea debido a posteriores avances de las ciencias médicas o para rectificaciones si éstas fueran necesarias. Es por lo tanto un Protocolo dinámico que podrá ser modificado en el futuro.

Confiamos que será un instrumento útil, ofreciendo seguridad a la población al definir conductas médicas de probada certeza frente al diagnóstico de muerte y dotando a los profesionales que realizan estas tareas del marco legal apropiado para su desempeño.

Buenos Aires, Abril de 1998.

PROTOCOLO "Diagnóstico de Muerte Bajo Criterios Neurológicos" (Muerte Encefálica)

El presente Protocolo constituye una guía de procedimientos y especificaciones para ser utilizada por los médicos intervinientes, ante la presunción del fallecimiento (bajo criterios neurológicos) de una persona cuyas funciones cardiorespiratorias estén siendo sostenidas por medidas terapéuticas, en unidades de cuidados médicos intensivos.

I. REQUISITOS DE INCLUSIÓN EN EL PROTOCOLO DE DIAGNÓSTICO DE MUERTE BAJO CRITERIOS NEUROLÓGICOS

En esta sección se definen las condiciones que deben cumplimentarse para dar inicio a los procedimientos y acciones tendientes a confirmar o descartar el diagnóstico de Muerte Encefálica.

- 1) Se requiere para el uso de este protocolo que la causa que produce el coma y determina el daño estructural encefálico sea conocida, tenga magnitud suficiente y esté debidamente documentada.
- 2) Se requiere un tiempo de evolución adecuado. En los casos de lesiones encefálicas primarias, se exigen al menos 3 (tres) horas de asistencia respiratoria mecánica obligada para iniciar la evaluación neurológica en los sujetos de 6 (seis) o más años de edad, y al menos **6 (seis) horas** en los menores de dicha edad. En los casos de daño difuso secundario del encéfalo se exigen al menos **12 (doce) horas** desde el inicio del coma apnéico para comenzar la evaluación a partir de los 6 (seis) años de edad y **24 (veinticuatro) horas** en los menores de dicha edad.
- 3) Se requiere verificar que el paciente no se encuentre bajo el efecto de **drogas depresoras** del sistema nervioso central en niveles tóxicos. Esta situación especial (paciente intoxicado con drogas depresoras del sistema nervioso central) se considera en particular en el punto V 5 de este protocolo.
- 4) Se requiere constatar la ausencia del efecto de **drogas bloqueantes neuromusculares**.
- 5) Se requiere una temperatura rectal igual o superior a los **32°C** (treinta y dos grados centígrados).
- 6) Se requiere descartar la presencia de severos **disturbios metabólicos o endócrinos**.
- 7) Antes de iniciar el protocolo de diagnóstico se requiere: una tensión arterial sistólica igual o superior a **90 (noventa) mmHg**, o una tensión arterial media igual o superior a **60 (sesenta) mmHg** en adultos, así como valores equivalentes, de acuerdo a los percentiles, en lactantes y niños.
- 8) Se excluyen para el uso de este protocolo a los menores de **7 (siete) días** de vida en los recién nacidos de término. En los recién nacidos de pretérmino se utilizará la edad corregida de acuerdo a la edad gestacional, debiendo ésta equiparar los 7 (siete) días de vida del recién nacido de término para ser incluidos en este protocolo.
- 9) Se excluyen asimismo para el uso de este protocolo los niños anencefálicos.

II. EL EXAMEN NEUROLÓGICO EN EL DIAGNÓSTICO DE MUERTE BAJO CRITERIOS NEUROLÓGICOS

En esta sección se describen los hallazgos que el examen clínico-neurológico debe mostrar para ser compatible con el diagnóstico de Muerte Encefálica.

En el Anexo se describirá la metodología a emplear para llevar a cabo el examen con el fin de certificar este diagnóstico.

Debe demostrarse:

- 1- **Coma profundo con ausencia de toda respuesta** de origen encefálico ante cualquier tipo de estímulo. Se recuerda que la presencia de reflejos de origen espinal no invalida el diagnóstico de Muerte Encefálica.
- 2- **Abolición de los reflejos de tronco encefálico:**
 - a- Pupilas en posición intermedia o midriáticas, arreactivas a la luz.
 - b- Ausencia de sensibilidad y respuesta motora facial:
 - Reflejo corneano abolido.
 - Reflejo mandibular abolido.
 - Ausencia de mueca de dolor ante estímulos nociceptivos.

- c- Ausencia de movimientos oculares espontáneos y reflejos:
 - Reflejos oculocefálicos sin respuesta.
 - Reflejos oculovestibulares sin respuesta.
- d- Reflejos bulbares abolidos:
 - Reflejo tusígeno abolido.
 - Reflejo nauseoso abolido.
 - Reflejo deglutorio abolido.

3- Apnea definitiva: Ausencia de movimientos respiratorios durante el test de oxigenación apneica (conforme al procedimiento especificado en el ANEXO).

III - REPETICIÓN DEL EXAMEN NEUROLÓGICO

Se debe demostrar la persistencia de los hallazgos del examen por un periodo adecuado de tiempo, para lo cual debe realizarse una nueva evaluación que arroje los mismos resultados, cumpliendo siempre con los prerequisites establecidos en el punto I de este protocolo.

El intervalo de tiempo entre las dos evaluaciones debe ser como mínimo de 6 (seis) horas en los adultos.

En los niños, en cambio, el intervalo entre las dos evaluaciones debe ser mayor, a saber:

- 1- Entre los 7 (siete) y 60 (sesenta) días de edad: El intervalo entre las dos evaluaciones deberá ser de al menos **48 (cuarenta y ocho) horas**.
- 2- Entre los 2 (dos) meses de edad y hasta cumplir 1 (un) año: El intervalo entre las dos evaluaciones deberá ser de al menos **24 (veinticuatro) horas**.
- 3- Desde 1 (un) año cumplido y hasta cumplir los 6 (seis) años: El intervalo entre las dos evaluaciones deberá ser de al menos **12 (doce) horas**.
- 4- Para niños de 6 (seis) o más años, el intervalo es el mismo que para los adultos: **6 (seis) horas**. (Las edades mencionadas se aplicarán al recién nacido de término. En el recién nacido de pretérmino deberá considerarse la edad corregida).

IV - MÉTODOS INSTRUMENTALES ACTUALES DE DIAGNÓSTICO DE MUERTE BAJO CRITERIOS NEUROLÓGICOS

En esta sección se establecen los métodos instrumentales que pueden utilizarse para certificar la "inactividad encefálica" conforme al artículo 23 de la Ley N° 24.193. Se establecen además cuáles son los hallazgos compatibles con el diagnóstico de Muerte Encefálica en estos estudios. Se determina también en qué situaciones estos estudios deben ser repetidos y cuándo pueden ser obtenidos una única vez.

1- Métodos Electrofisiológicos:

1.1- Electroencefalograma. (EEG)

Este estudio sólo será válido para certificar la Muerte Encefálica si es realizado cumpliendo los parámetros técnicos definidos en el Anexo. Su resultado debe mostrar el llamado "Silencio Bioeléctrico Cerebral", que se define como "ausencia de actividad electro-encefalográfica mayor a los 2 (dos) μ v de amplitud, cuando es registrado por pares de electrodos en el cuero cabelludo con una distancia interelectrodo de 10 (diez) cm o más y una impedancia adecuada de los mismos".

1.2- Potenciales Evocados Multimodales.

1.2.1- Potenciales Evocados Somatosensitivos.

Este estudio debe mostrar, para ser compatible con el diagnóstico de Muerte Encefálica, la ausencia de respuesta cortical en forma bilateral al estimular, por ejemplo el nervio mediano en la muñeca, con preservación de las respuestas extracraneanas (del plexo braquial y de la médula cervical).oxigenación

1.2.2- Potenciales Evocados Auditivos de Tronco Cerebral.

Este estudio debe mostrar para ser compatible con el diagnóstico de Muerte Encefálica, la ausencia de toda onda posterior a la onda II bilateralmente. La presencia de onda III o cualquiera otra posterior, uni o bilateralmente, indica la persistencia de actividad neural en el tronco encefálico, descartando el diagnóstico de Muerte Encefálica.

1.2.3- Potenciales Evocados Visuales con electroretinograma.

El resultado compatible con el diagnóstico de Muerte Encefálica, es la ausencia de respuesta occipital al estimular cada ojo, con preservación de la respuesta retiniana en el electroretinograma.

Repetición de los Estudios Electrofisiológicos:

El diagnóstico de Muerte Encefálica es un diagnóstico eminentemente clínico. En el marco de este protocolo, en los sujetos adultos y en los niños a partir de los 6 (seis) años de edad, cuando todos los ítems del examen neurológico hayan sido cumplimentados, tanto en la evaluación inicial como en su repetición, los estudios confirmatorios electrofisiológicos no requieren ser repetidos, bastando ser realizados una única vez. En cambio, deberán ser repetidos con cada evaluación en los menores de 6 (seis) años y, a cualquier edad, cuando en el examen neurológico no se hubiera podido cumplimentar algún punto particular del mismo.

2- Métodos que Estudian el Flujo Sanguíneo Encefálico:

2.1- Arteriografía de los Cuatro Vasos Cerebrales.

Este estudio, para ser compatible con el diagnóstico de Muerte Encefálica, debe mostrar la ausencia de circulación intracraneana. El hallazgo habitual es la detención de la columna de contraste intraarterial a nivel de la base del cráneo en el sistema carotídeo y en el vertebral.

La arteria carótida externa se opacifica normalmente y el seno longitudinal superior puede visualizarse tardíamente.

2.2- Ecodoppler Transcraneal.

Los hallazgos compatibles con el diagnóstico de Muerte Encefálica son:

a- Espiga sistólica pequeña en la sístole precoz sin flujo diastólico.

b- Espiga sistólica precoz con flujo diastólico invertido (flujo reverberante).

La ausencia inicial de señal doppler no puede ser interpretada como confirmatoria del diagnóstico.

2.3- Angiografía Cerebral Radioisotópica.

Este estudio, para el diagnóstico de Muerte Encefálica, debe ser realizado con radioisótopos difusibles (como el ^{99m}Tc-HM-PAO) que permiten detectar también el flujo en el territorio arterial posterior (vertebrobasilar).

El resultado compatible con el diagnóstico que nos ocupa es la ausencia completa de captación del trazador a nivel de los hemisferios cerebrales y de la fosa posterior (fenómeno del "cráneo vacío"), tanto en la fase inicial (angiogramagrafía), como en la fase de captación parenquimatosa.

Repetición de los estudios que miden flujo sanguíneo cerebral:

La utilización de alguno de estos estudios, cuando sus resultados son concluyentes, permite una sola constatación instrumental, no necesitando ser repetidos.

V - SITUACIONES ESPECIALES

1- Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC):

La imposibilidad de verificar la ausencia completa de función del tronco cerebral en esta condición mediante la prueba de apnea, obliga a realizar el diagnóstico de Muerte Encefálica con el resto del examen clínico-neurológico y la utilización como métodos instrumentales de:

a) EEG y Potenciales Evocados Auditivos de Tronco y Somatosensitivos.

O bien:

b) Un estudio del flujo sanguíneo encefálico de los establecidos en la sección IV 2 de este protocolo.

Pudiendo ser elegida cualquiera de las dos alternativas en forma indistinta, de acuerdo a las posibilidades operativas.

Esto también será aplicable a toda otra situación en la cual no sea posible la realización de la prueba de apnea.

2- Destrucción Bilateral de Estructuras Oculares:

En esta situación, para corroborar el diagnóstico de Muerte Encefálica, se utilizarán los puntos del examen clínico-neurológico que puedan realizarse y como método instrumental deberá emplearse alguno de los estudios del flujo sanguíneo encefálico establecidos en la sección IV 2 de este protocolo.

3- Destrucción del Peñasco y/o Rotura Timpánica Bilateral:

El diagnóstico de Muerte Encefálica se realizará con el examen clínico-neurológico (exceptuando las pruebas oculovestibulares) y la constatación instrumental a través de:

a) EEG y Potenciales Evocados Somatosensitivos y Visuales.

O bien:

b) Un estudio del flujo sanguíneo encefálico de los establecidos en la sección IV 2.

Pudiendo ser elegida cualquiera de las dos alternativas en forma indistinta, de acuerdo a las posibilidades operativas.

4- Hipoxia Cerebral Difusa:

Cuando la causa del cuadro patológico que conduce a la situación presuntiva de Muerte Encefálica sea una hipoxia o anoxia cerebral difusa de cualquier origen, la muerte no podrá ser declarada hasta tanto se hayan cumplido al menos 24 (veinticuatro) horas del inicio de la necesidad absoluta de asistencia respiratoria mecánica. Si por la edad del paciente correspondieran intervalos entre evaluaciones más prolongadas (según lo establecido en el punto III), éstos serán respetados.

5- Intoxicación con Depresores del Sistema Nervioso Central:

Dentro de las situaciones especiales indicadas en este apartado, los pacientes con daño estructural primario encefálico como causa del coma, que se encuentren bajo tratamiento con drogas depresoras del sistema nervioso central en niveles tóxicos, constituyen un grupo particular.

En estos casos, sólo podrá diagnosticarse la Muerte Encefálica con la metodología habitual, luego de un tiempo de espera suficiente que asegure la metabolización del tóxico en cuestión. Resultan aquí de utilidad los dosajes séricos del nivel de las drogas.

Antes de transcurrido el tiempo de eliminación de las drogas, podrá diagnosticarse la Muerte Encefálica sólo en pacientes adultos y en los niños a partir de los 6 (seis) años de edad, si se demuestra la ausencia de circulación sanguínea intracraneana por medio de alguno de los estudios del flujo sanguíneo encefálico establecidos en la sección IV 2.

En este contexto cobran gran relevancia la realización previa de los estudios de potenciales evocados auditivos de tronco cerebral y somatosensitivos.

6- Lesiones Infratentoriales:

Cuando la causa del cuadro que conduce a la situación presuntiva de Muerte Encefálica sea una patología primaria encefálica infratentorial y la "inactividad encefálica" sea constatada por métodos neurofisiológicos, deberá elegirse el electroencefalograma como método instrumental.urar la hiperoxigenación, FiO2 del 100 (cien) %, durante por lo menos 30 (treinta) minutos.

En esta sección se describe la metodología a emplear para aquellos procedimientos del examen neurológico que así lo requieran, así como para la realización del electroencefalograma, en el contexto del Diagnóstico de Muerte Bajo Criterios Neurológicos.

Procedimientos del Exámen Neurológico:

Evaluación de la unión neuromuscular:

Dado que casi todas las respuestas que provocan los procedimientos del examen neurológico están mediadas por la contracción del músculo estriado, se hace imprescindible asegurarse que el mecanismo contráctil sea normal. Para esto, se recomienda provocar alguna respuesta de liberación medular, como la respuesta al estímulo plantar o la obtención del reflejo ideomuscular en varios músculos del sujeto. En caso de duda, se debe estudiar la contracción muscular a través de la estimulación eléctrica del nervio periférico. Por este medio se obtiene en caso de que el mecanismo contráctil esté preservado con un estímulo tetanizante de 5 (cinco) segundos de duración, la contracción sostenida del músculo en estudio.

Evaluación de los Reflejos de Tronco Encefálico:

- **Reflejo Fotomotor:** Con luz ambiental tenue y ambos ojos cerrados, se procede a la apertura de cada ojo individualmente, siendo inmediatamente iluminado con una fuente de luz intensa. La pupila debe ser cuidadosamente observada durante un minuto para descartar respuestas lentas. Luego, se repite el procedimiento en el otro ojo. Si hubiera dudas sobre cualquier movimiento del iris, se debe observar el mismo con una lupa u otro medio de amplificación óptica.

- **Reflejo Corneal:** Cada córnea debe ser tocada con un hisopo de algodón o similar. Si no hay respuesta debe emplearse un estímulo más intenso, deslizando el estimulador a través de la córnea, cuidando de no producir abrasión corneal. Deben observarse ambos ojos cada vez que se realiza la estimulación con el fin de apreciar cualquier respuesta.

- **Respuesta al Dolor en Territorio Craneal:** Se procede a realizar una firme presión con el pulgar sobre el punto supraorbitario, en el tercio interno del borde superior de la órbita de cada lado, observando si se produce cualquier respuesta, en particular mueca de dolor. También deben aplicarse estímulos dolorosos periféricos (compresión del lecho ungueal en los dedos de las manos u otros) y observar si se produce mueca o gesto facial alguno como respuesta. Se debe recordar que ante estos estímulos periféricos, pueden observarse respuestas espinales constituidas por movimientos simples o, a veces complejos, de los miembros o la musculatura axial del tronco, en un porcentaje significativo de sujetos en la situación de Muerte Encefálica y que éstos al no indicar función de estructuras neurales intracraneales, no interfieren con el diagnóstico.

- **Reflejos Oculocefálicos:** Se mantienen los ojos abiertos del sujeto y se realizan bruscos movimientos de rotación a cada lado, manteniendo la posición final en cada rotación un instante, observando los globos oculares. Si el reflejo es negativo, los ojos se desplazan con la cabeza pero no realizan ningún movimiento dentro de la órbita. Cualquier movimiento ocular excluye el diagnóstico de Muerte Encefálica. Se pueden examinar tanto los movimientos oculares horizontales como los verticales.

Se recuerda que este test, no debe realizarse en pacientes con columna cervical inestable.

- **Reflejos Oculovestibulares:** Con la cabeza en la línea media y levantada a 30° (treinta grados) de la horizontal, se introduce un catéter blando en el conducto auditivo externo y se procede a irrigarlo lenta y suavemente con, al menos, 60 (sesenta) ml de agua helada. Los ojos deben mantenerse abiertos para observar cuidadosamente cualquier movimiento de los mismos durante al menos un minuto, luego de finalizada la irrigación. Se esperan 2 (dos) minutos antes de repetir el test en el otro oído.

Antes de realizar esta prueba, debe observarse cada conducto auditivo externo con un otoscopio, a fin de asegurarse que la membrana timpánica esté sana y que el conducto no esté ocluido por cera o cualquier otro material. La prueba está contraindicada cuando, debido a una fractura de base del cráneo, hubiera otorraquia, otorragia o tejido cerebral en el conducto auditivo externo. Si se encuentra una perforación timpánica crónica, el test puede ser realizado utilizando aire frío como estímulo.

Recordamos que cualquier movimiento ocular como respuesta a esta prueba excluye el diagnóstico de Muerte Encefálica.

- **Reflejo Nauseoso, Reflejo Deglutorio:** En los pacientes intubados, no debe producirse ningún movimiento faríngeo o del paladar ante la movilización del tubo endotraqueal, o ante el estímulo de la orofaringe de cada lado con un bajalenguas

- **Reflejo Tusígeno:** Se estimula la carina con un catéter de aspiración bronquial introducido por el tubo endotraqueal o la traqueostomía, observando cuidadosamente al sujeto, para apreciar cualquier respuesta tusígena o cualquier movimiento del tórax o el diafragma.

Evaluación del Reflejo Respiratorio Bulbar:

Se procede a realizar el Test de Apnea, según se describe a continuación.

Test de Apnea

Este test constituye la prueba más importante para evaluar la función del tronco encefálico, por lo tanto, es una prueba imprescindible para el diagnóstico de Muerte Encefálica, salvo en las circunstancias que se describen en la sección V 1 del protocolo como "Situaciones Especiales".

Para la utilización de este test en el contexto del diagnóstico de Muerte Encefálica, se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) Para asegurar la presencia de apnea irreversible debe constatararse la ausencia de movimientos respiratorios, en pacientes no intoxicados, ni bajo el efecto de drogas bloqueantes neuromusculares, cuando el nivel de PaCO₂ alcance o supere el umbral de estimulación del centro respiratorio bulbar. Esto se consigue con seguridad cuando la PaCO₂ alcance o supere los 60 (sesenta) mmHg. Si no se dispone de la determinación de los gases en sangre, la prueba podrá considerarse válida, cuando en pacientes normotérmicos, se completen 10 (diez) minutos de desconexión del respirador, siempre y cuando se hubiera respetado estrictamente, la disminución del volumen minuto respiratorio, de la fase de preoxigenación del test.

b) La prueba no tiene valor para diagnosticar la Muerte Encefálica en pacientes con patologías que provoquen la acumulación crónica de CO₂ (en especial la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica).

Procedimiento

Prerequisitos:

a- Aceptable estado hemodinámico: Tensión Arterial Sistólica de 90 (noventa) mmHg o más, o Tensión Arterial Media de 60 (sesenta) mmHg o más.

b- Idealmente: temperatura corporal igual o mayor a 36.5 (treinta y seis punto cinco) °C.

c- Monitorización electrocardiográfica.

d- Monitorización de saturación de oxígeno.

e- Idealmente: disponibilidad para medir gases en sangre (con vía arterial accesible).

f- Gases basales: PaO₂: 100 (cien) mmHg o más, o superior a 200 (doscientos) mmHg luego de la fase de preoxigenación. PaCO₂: 40 (cuarenta) mmHg o más. Esto se obtiene en general, luego de la fase de preoxigenación, con reducción del volumen minuto respiratorio previo del paciente, o bien utilizando, para esta etapa de pre oxigenación, una mezcla de 95 % (noventa y cinco) de O₂ con 5 (cinco) % de CO₂.

1ª Etapa: Preoxigenación

Mantener la asistencia respiratoria mecánica con disminución de la ventilación [al 60 (sesenta) % del volumen minuto del paciente] y asegurar la hiperoxigenación, FIO₂ del 100 (cien) %, durante por lo menos 30 (treinta) minutos.

2ª Etapa: Apnea

Desconexión del respirador y colocación de una cánula endotraqueal, a través de la cual se administra oxígeno puro, con un flujo de 6 (seis) lts/min.

Observación cuidadosa del paciente, para asegurar la ausencia total de movimientos respiratorios.

El tiempo de duración de la prueba será de 5 (cinco) a 8 (ocho) minutos, dependiendo del nivel de PaCO₂ inicial, obteniéndose al final del tiempo, una muestra de sangre arterial para gases, luego de lo cual se reconecta el respirador.

En caso de no contar con la determinación de gases en sangre arterial, la prueba deberá extenderse hasta transcurridos los 10 (diez) minutos de la desconexión.

Los tiempos y procedimientos son idénticos para niños y adultos.

Interrupción de la Prueba:

Ante cualquier alteración hemodinámica severa, aparición de arritmias cardíacas importantes, o desaturación significativa de oxígeno, se debe interrumpir el test reconectando el respirador, previo a obtener una muestra de sangre arterial para gases. Ante la aparición de movimientos respiratorios, se reconecta el respirador.

Interpretación:

La prueba será considerada negativa descartando el diagnóstico de Muerte Encefálica, si aparecen movimientos respiratorios.

La prueba será considerada positiva a los fines del diagnóstico de Muerte Encefálica, cuando no aparezcan movimientos respiratorios y la PaCO₂ final sea de 60 (sesenta) mmHg o más, o su incremento sea igual o mayor a 20 (viente) mmHg

desde el nivel basal normal, cualquiera haya sido el tiempo de desconexión; o bien, cuando no disponiendo de la determinación de gases en sangre, se completaran 10 (diez) minutos de desconexión, sin la aparición de movimientos respiratorios, en sujetos normotérmicos, y siempre que se haya respetado estrictamente la reducción del volumen minuto respiratorio de la fase de preoxigenación del test.

Si al final de la prueba, la PaCO₂ no llegó al nivel señalado, o si no se dispone de la medición de gases y no se completaron los 10 (diez) minutos de desconexión, el resultado es considerado indeterminado, debiendo repetirse el test. El fracaso en su realización en un segundo intento obliga a considerar este caso como una "Situación Especial" y proceder según lo estipulado en el punto V1 del protocolo.

Especificaciones Técnicas para los Estudios Electrofisiológicos:

Electroencefalograma (EEG)

Se describen a continuación las especificaciones técnicas que deben cumplimentarse al realizar este estudio en el contexto del diagnóstico de Muerte bajo Criterios Neurológicos. Las mismas deben estar documentadas en los trazados obtenidos. De no cumplirse estas condiciones técnicas, los estudios obtenidos no tienen valor a los fines del diagnóstico que nos ocupa.

Condiciones Técnicas:

1- Se deben utilizar como mínimo 8 (ocho) electrodos en el scalp, además del electrodo de tierra, cubriendo como mínimo las áreas frontales, centrales, temporales y occipitales, a fin de asegurarse que la ausencia de actividad bioeléctrica cerebral no sea un fenómeno focal.

2- La impedancia interelectrodo debe ser mayor de 100 (cien) ohms y menor de 10.000 (diez mil) ohms, a los fines de no distorsionar la señal ni disminuir artificialmente la amplitud de la misma. Pueden utilizarse electrodos de aguja para inserción que, aunque tienen mayor impedancia que los de contacto, aseguran valores similares para cada electrodo.

3- Se debe testear la integridad del sistema de registro en todo trazado que muestre ausencia de actividad bioeléctrica. Para esto, se tocan suavemente los electrodos para producir en el registro el artificio que asegure el adecuado funcionamiento del sistema.

4- La distancia interelectrodo debe ser amplia, al menos 10 (diez) cm., a fin de permitir el registro de señales de muy bajo voltaje que no son detectables por los montajes de uso clínico habitual. Se sugiere para los adultos el siguiente montaje: Fp1-C3; C3-O1; Fp2-C4; C4-O2; T3-Cz; Cz-T4; con un canal para electrocardiograma y otro para un par de electrodos no cefálicos (dorso de la mano). En los niños, cuando por el tamaño de la cabeza los montajes habituales no aseguren la distancia interelectrodo adecuada, se puede utilizar el siguiente montaje: Fp1-Fp2; F3-F4; C3-C4; P3-P4; O1-O2; F7-F8; T3-T4; T5-T6, o bien: Fp1-T3; T3-O1; Fp2-T4; T4-O2; P3-A2; P4-A1; con un canal para electrocardiograma y otro para un par de electrodos no cefálicos.

5- La amplificación debe ser aumentada hasta llegar a 2 (dos) o 2,5 (dos coma cinco) μ v por milímetro durante la mayor parte del registro, el cual debe tener una duración de al menos 20 (veinte) minutos en los adultos y en los niños a partir de los 6 (seis) años, y de al menos 30 (treinta) minutos en los menores de 6 (seis) años. Debe incluir una adecuada calibración.

6- Se debe usar una constante de tiempo de 0.3 (tres décimas) o mayor, o un filtro de frecuencias bajas de no más de 1 (un) Hz, con el fin de no atenuar los potenciales lentos. El filtro de frecuencias rápidas no debe ser menor de 30 (treinta) Hz. Si es necesario, es aceptable usar un filtro para ruido de 50 (cincuenta) Hz.

7- Se deben utilizar, cuando sea necesario, técnicas de monitoreo de artificios, en especial de electrocardiograma y otros artificios del paciente o el ambiente.

8- El registro debe ser realizado por un técnico en EEG, con experiencia en esta tarea en las unidades de terapia intensiva, quien debe trabajar bajo la supervisión de un médico especialista en neurología, adecuadamente capacitado en electroencefalografía.

9- Siempre que el resultado del estudio no sea concluyente, no se debe dudar en repetirlo en un intervalo de tiempo de, por ejemplo, 6 (seis) horas.

Bibliografía

1. Benzel EC, Gross CD, Hadden TH, et al: The apnea test for the determination of brain death. *J. Neurosurg* 1989, 71:191-194.
2. Benzel EC, Mashburn JP, Conrad S, et al: Apnea testing for the determination of brain death: a modified protocol. *J. Neurosurg*,76:1029-1031,1992.
3. Bernat,James L,Culver,Charles M, and Gert. On the definition and criteion of death. *Annals of Internal Medicine*,1981 ,94,389-394.
4. Bonetti MG, Ciritella P, Valle G, et al: 99mTc HM-PAO brain perfusion SPECT in brain death. *Neuroradiology*, 37:365-369,1995.
5. Conference of Royal Colleges and their Faculties of the United Kingdom: Diagnosis of brain death.*Lancet* 1976;2:1069-1070.
6. Chatrian GE: Electrophysiologic evaluation of brain death: A critical appraisal. In Aminoff MJ, de. *Electrodiagnosis in clinical neurology*. New York: Churchill Livingstone, 1992.
7. Diaz J, Fortuno MA, Gonzalez A, Rassa S: Death, *British Encyclopaedia* page 529. *Apoptosis y Enfermedades Cardiovasculares*. Ediciones Ergon, 1999.
8. Dobb GJ, Weekes JW: Clinical Confirmation of Brain Death. *Anaesth Intens Care*, 23:37-43,1995.
9. Dominguez-Roldan JM, Murillo-Cabezas F, Muñoz-Sanchez A, et al: Changes in the Doppler Waveform of Intracranial Arteries in Patients With Brain-Death Status. *Transp. Proceed*, 27(4):2391-2392,1995.
10. Earnest MP, Beresford R, McIntyre HB: Testing for apnea in suspected brain death: Methods used by 129 Clinicians. *Neurology*, 36:542-544,1986.
11. Facco E, Casartelli Liviero M, Munari M, et al: Short latency evoked potentials: new criteria for brain death? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*,53:351-353,1990.
12. Facco E, Giron GP: Multimodality evoked potentials in coma and brain death. *Minerva Anestesiol*, 60:593-9,1994.
13. Farrell MM, Levin DL: Brain death in the pediatric patient: Historical, sociological, medical, religious, cultural, legal, and ethical considerations. *Crit Care Med*, 21(12):1951-1965,1993.
14. Feri M, Ralli L, Felici M, et al: Transcranial Doppler and brain death diagnosis. *Crit Care Med*, 22(7):1120-1126,1994.
15. Fishman MA: Validity of Brain Death Criteria in Infants. *Pediatrics* 1995.
16. Gert B: A complete definition of death, 1996.
17. Goodman JM, Heck LL, Moore BD: Confirmation of Brain Death with Portable Isotope Angiography: A Review of 204 Consecutive Cases. *Neurosurgery*, 16(4):492-497, 1985.
18. Guidelines for the determination of brain 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 Behavioral Research. *JAMA* 1981;246:246:2184-2186.
19. Guideline Three: Minimun Technical Standards for the EEG Recording in Suspected Cerebral Death. (Guidelines Committees of the American Electroencephalographic Society). *J Clin Neurophysiol*, 11(1):10-13,1994.
20. Gutmann DH, Marino PL: An Alternative Apnea Test for the Evaluation of Brain Death. *Ann Neurol*, 30(6):852-853,1991.

21. Jeret JS, Benjamin JL: Risk of Hypotension During Apnea Testing. *Arch Neurol*, 51:595-599,1994.
22. Jones KM, Barnes PD: MR Diagnosis of Brain Death. *AJNR*, 13:65-66,1992.
23. Jouvét,M.: Diagnostic électro-soucortico-graphique de la mort du système nerveux dans le coma avec arrêt respiratoire traités par respiration artificielle. *Press Med* 1959; 1959;67:87-88.
24. Kaufman HH, Geisler FH, Kopitnik T, et al: Detection of Brain Death in Barbiturate Coma: The Dilemma of an Intracranial Pulse. *Neurosurg*, 25(2): 275-278,1989.
25. Kass L. Death as an event:a commentary on Robert Morison. *Science*, 1971,vol.173.
26. Lang CJG: Apneic Oxigenation in Apnea Test for Brain Detah. A Controlled Trial. *Neurology*, 45:966-969,1995.
27. Laennec, *British Encyclopaedia*, page 1874,1993.
28. Lang CJG: Apnea testing by artificial CO2 augmentation. *Neurology*, 45:966-969,1995.
29. Louvier N, Combes JJ, Nicolas F, et al: Cerebral Angiography Must Have Medicolegal Value for Brain Death Confirmation in France. *Transp Proceed*, 28(1):377,1996.
30. MacMenamin JB, Volpe JJ: Doppler Ultrasonography in the Determination of Neonatal Brain Death. *Ann Neurol*, 14:302-307,1983.
31. Machado C: An early approach to brain death diagnosis using multimodality evoked potentials and electoretinography. *Minerva Anesthesiol*, 60:573-7,1994.
32. Machado C, Valdés P, García-Tijera J, et al: Brain-stem Auditory Evoked Potentials and Brain Death. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol*, 80:392-398,1991.
33. Mejia RE, Pollack MM: Variability in Brain Death Determination Practices in Children. *JAMA*, 274(7):550-553,1995.
34. Mohandas A, Chou SN: Brain death. A cinical and pathological study. *J Neurosurg*, 35: 211-218,1971.
35. Mollaret, Goulon: Le coma dépassé. *Rev Neurol* 1959, 101:3-15.
36. Monsein LH: The Imaging of Brain Death. *Anaesth. Intens Care*, 23:44-50, 1995.
37. Moshé SL, Alvarez LA: Diagnosis of Brain Death in Children. *J Clin Neurophysiol*, 3(3): 239-249,1986.
38. Newell DW, Grady MS, Sirota P, et al: Evaluation of Brain Death Using Transcranial Doppler. *Neurosurgery*, 24:509-513,1989.
39. Newlon PG, Greenberg RP, Enas GG, et al: Effects of Therapeutic Pentobarbital Coma on Multimodality Evoked Potentials Recorded from Severely Head-injured Patients. *Neurosurgery*, 12(6):613-619,1983.
40. Ouaknine G, Kosary IZ, Braham J, et al: Laboratory criteria of brain death. *J. Neurosurg*, 39:429-433,1973.
41. Pallis C: ABC of Brainsteam death. London: *British Medical Journal*,1983.
42. Pallis C, Prior PF. Guidelines for the determination of death".*Neurology* 1983;33:251-252.
43. Pallis C: Brainstem death. *Handbook of Clinical Neurology*. Vol 13 (57): Head Injury. R. Braakman, editor - Copyr. Elsevier Science Publishers B. V., pp 441-496,1990.
44. Pallis C: Death, brain death, brainstem death: the evolucion of a concept. *Minerva Anesthesiol*, 60:607-9, 1994.
45. Petty GW, Mohr JP, Pedley TA, et al: The role of transcranial Doppler in confirming brain death: Sensitivity, specificity, and suggestions for performance and interpretation. *Neurology*, 40:300-303,1990.
46. Plum F, Posner,J: The diagnosis of stupor and coma. Philadelphia: FA Davis Company, 1980.

47. Powers AD, Graeber MC, Smith RR: Transcranial Doppler Ultrasonography in the Determination of Brain Death. *Neurosurgery*, 24(6):884-889,1989.
48. President's Commission for the Study of Ethical Problems in Medicine and Behavioral Research: "Defining Death". Medical, legal, and ethical issues in the determination of death. Washington DC, U.S. Government Printing Office, 1981.
49. Report of the ad hoc Committee of the Harvard Medical School to Examine the Definition of Brain Death: A definition of irreversible coma. *JAMA*. August, 5, 1968, vol 205, n°6.
50. 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*, 246(19):2184-2186, 1981.
51. Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology: Practice parameters for determining brain death in adults. *Neurology*, 45:1012-1014, 1995.
52. Ropper AH, Kennedy SK, Russell L: Apnea testing in the diagnosis of brain death. *J Neurosurg*, 55:942-946, 1981.
53. Schafer JA, Caronna JJ: Duration of apnea needed to confirm brain death. *Neurology*, 28:661-666, 1978.
54. Sturt Yougner et al.: Human Death and High Technology: The failure of the Whole-brain formulations. *Annals of Internal Medicine*. 1983;99:252-258.
55. Sutton LN, Frewen T, Marsh R, et al: The effects of deep barbiturate coma on multimodality evoked potentials. *J Neurosurg*, 57:178-185, 1982
56. Tan WS, Wilbur AC, Jafar JJ, et al: Brain Death: Use of Dynamic CT and Intravenous Digital Subtraction Angiography. *AJNR*, 8:123-125, 1986
57. Task Force for the Determination of Brain Death in Children: Guidelines for the Determination of Brain Death in Children. *Pediatrics*, 80:298-300, 1987
58. Van Donselaar C, Meerwaldt JD, Van Gijn J: Apnoea testing to confirm brain death in clinical practice. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 49:1071-1073, 1986
59. Veatch: The whole brain oriented concept of death: an outmoded philosophical formulation *J. Thanatology* 1975, 13-30.
60. Virchow, *British Encyclopaedia*, page 2143, 1993.
61. Wagner W: SEP testing in deeply comatose and brain dead patients: the role of nasopharyngeal, scalp and ear lobe derivations in recording the P14 potential. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol*, 80:352-363, 1991
62. Walker EA: *Cerebral Death*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1985.
63. Wertheimer, Jouvett, Descostes. A propos du diagnostic de la mort du système nerveux dans le coma avec arrêt respiratoire *Electroenceph Clin neurophysiol*, 1959;ii:805-808.