

# PROTOCOLO NACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL CESE IRREVERSIBLE DE LAS FUNCIONES ENCEFÁLICA (CERTIFICACIÓN DEL FALLECIMIENTO)

El presente protocolo constituye una **guía de procedimientos y especificaciones** para ser aplicadas en pacientes con funciones cardiorrespiratorias sostenidas artificialmente, a fin de certificar el fallecimiento tras la confirmación del cese irreversible de la funciones encefálicas (muerte encefálica), en el marco normativo dispuesto en los artículos 36 y 37 de la Ley Nacional N° 27.447.

## I. REQUISITOS DE INCLUSIÓN:

En esta sección se definen las condiciones que deben cumplimentarse para realizar los procedimientos y acciones tendientes a certificar la muerte empleando los criterios neurológicos (muerte encefálica). En todos los casos se deberá comenzar la evaluación una vez que el paciente se encuentre estable y se hayan completado las medidas terapéuticas.

- 1) Se requiere para el uso de este protocolo que la lesión que produce el coma sea conocida y esté debidamente documentada, ya sea por evidencia clínica o por neuroimagen; y que a juicio médico tenga magnitud suficiente para producir el daño encefálico total e irreversible. En los casos en que la causa de muerte no quede clara o no esté debidamente documentada, se deberá proceder de acuerdo a lo establecido en “situaciones especiales” punto V.1.
- 2) Se requiere un tiempo de evolución adecuado desde el inicio del coma apneico, que permita el cumplimiento de los requisitos indicados en los ítems siguientes, a fin de asegurar que los signos encontrados en la evaluación (coma, ausencia de reflejos de tronco y requerimiento de asistencia respiratoria mecánica) no sean mediados por causas reversibles.
  - a. En el caso de lesiones estructurales primarias la duración del tiempo de espera mínimo no requiere ser especificado.
  - b. En caso de daño secundario encefálico difuso, se requieren los siguientes tiempos de espera antes de iniciar los procedimientos para diagnóstico de muerte encefálica:
    - En neonatos de 37 (treinta y siete) semanas de gestación y niños hasta cumplir 2 (dos) años: **24 (veinticuatro) horas**.
    - A partir de los 2 (dos) años de edad: **12 (doce) horas**.
- 3) Se requiere verificar la ausencia del efecto de **drogas bloqueantes neuromusculares** y/o del efecto de **drogas depresoras** del sistema nervioso central en niveles tóxicos. Esta situación especial (paciente bajo efecto de drogas depresoras del sistema nervioso central) se considera en particular en el punto V.5 de este protocolo.
- 4) Se requiere, a partir de los 2 (dos) años de edad, una temperatura corporal central igual o superior a los **32° C** y en niños de hasta 24 (veinticuatro) meses, igual o superior a **35° C**. Sin embargo, con el fin de mantener la estabilidad clínica durante la exploración, se recomienda una temperatura corporal igual o superior a 35° C en todos los casos.
- 5) Se requiere descartar la presencia de severos **disturbios metabólicos o endócrinos**. En el caso de que estos trastornos hubieren sido los causantes

del coma, para certificar la muerte se procederá acorde al punto V.6 de este protocolo.

- 6) 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 percentilos correspondientes en edad pediátrica.

## **II. EL EXAMEN NEUROLÓGICO**

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

En el Anexo se describe la metodología a emplear para llevar a cabo el examen con el fin de certificar el fallecimiento.

Debe demostrarse:

- 1) **Coma profundo con ausencia de toda respuesta de origen encefálico** ante cualquier tipo de estímulo. 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 ( $\geq$  a 4 mm), 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 y 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 apnea (conforme a alguno de los procedimientos especificados en el Anexo). El objetivo del test de apnea es demostrar la ausencia irreversible de respiración espontánea cuando la PaCO<sub>2</sub> ha alcanzado los **60 mmHg**.
- 4) **Hipotonía flácida** con ausencia de movimientos espontáneos o inducidos de origen encefálico.
- 5) **En neonatos** constatar ausencia de reflejos de succión y búsqueda.
- 6) La presencia de **actividad motora de origen espinal espontánea o inducida**, no invalida el diagnóstico de muerte encefálica.

## **III. PERÍODO DE OBSERVACIÓN**

Para certificar el fallecimiento utilizando los criterios neurológicos, se debe demostrar la persistencia de los hallazgos compatibles con el diagnóstico de muerte -ausencia de reflejos de tronco encefálico y apnea- por un período de tiempo adecuado.

El mismo será acorde a la edad:

III.1 - En neonatos desde las **37 (treinta y siete) semanas** de gestación y hasta cumplir 2 (dos) meses, el período de observación deberá ser al menos de **24 (veinticuatro) horas**.

III.2 - A partir de los **2 (dos) meses** y hasta cumplir **2 (dos) años**, el período de observación deberá ser al menos de **12 (doce) horas**.

III.3 - De los **2 (dos) años** y hasta cumplir **6 (seis) años**, el período de observación deberá ser al menos de **6 (seis) horas**.

III.4 - A partir de los **6 (seis) años**, se requerirá un período de observación de al menos **1 (una) hora**.

Al finalizar el período de observación deberá realizarse una nueva evaluación clínica, no requiriéndose repetir los métodos instrumentales auxiliares. Se enfatiza que en el caso del doppler transcraneano, la verificación del paro circulatorio cerebral implica *per* se la repetición del mismo a los 30 (treinta) minutos (ver apartado de tiempo de observación).

#### **IV. MÉTODOS INSTRUMENTALES**

En esta sección se establecen los métodos instrumentales auxiliares del diagnóstico de muerte encefálica, recordando que los mismos no reemplazan los hallazgos del examen neurológico. La elección del método auxiliar deberá adecuarse a la situación clínica, no siendo necesaria su repetición al finalizar el período de observación. Se establecen además, cuáles son los hallazgos compatibles con la inactividad neurofisiológica cerebral o el paro circulatorio cerebral.

##### **IV.1 - Métodos electrofisiológicos:**

**IV.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 la llamada "**inactividad bioeléctrica cerebral**", que se define como: "Ausencia de actividad electroencefalográfica (no producto de artificios) mayor a los **2  $\mu$ v de amplitud**, cuando es registrado por pares de electrodos en el cuero cabelludo con una distancia interelectrodo de 10 cm o más y una impedancia adecuada de los mismos".

**IV.1.2. Potenciales Evocados:** Estos estudios podrán ser utilizados en los casos apropiados como complementarios al EEG o a los estudios de flujo sanguíneo encefálico.

**IV.1.2.1. Potenciales Evocados Somatosensitivos:** Este estudio debe mostrar, para ser compatible con el diagnóstico de muerte encefálica, la **ausencia de respuesta cortical** y de las respuestas de tronco encefálico 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).

**IV.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 ó bilateralmente, indica la persistencia de actividad neural en el tronco encefálico, descartando el diagnóstico de muerte encefálica.

## **IV.2 - Métodos que estudian el flujo sanguíneo encefálico:**

**IV.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 intraencefálica. El hallazgo habitual es la detención de la columna de contraste intraarterial a nivel de la base del cráneo en el sistema carotideo y en el vertebral.

La arteria carótida externa se opacifica normalmente y el seno longitudinal superior puede visualizarse tardíamente. El relleno del sifón carotideo se interpretará como extraencefálico.

**IV.2.2. Ecodoppler Transcraneal:** Para utilizar este estudio a fin de verificar el paro circulatorio cerebral, se deberá realizar la insonación del árbol vascular intracerebral incluyendo los vasos tanto del territorio anterior en forma bilateral, como los vasos del territorio posterior, de acuerdo a las especificaciones del Anexo del presente protocolo.

Éste método no es apto para evaluar menores de 2 (dos) años de edad.

Los patrones sonográficos aceptados para verificar el paro circulatorio cerebral y por ende el flujo neto igual a cero, deberán ser certificados en todos los vasos insonados. Estos patrones son los siguientes:

**a- Espiga sistólica precoz con flujo diastólico invertido (flujo oscilante).** Se caracteriza por la presencia de flujo anterógrado en sístole, acompañado de un flujo diastólico retrógrado o invertido que debe ser de magnitud similar al anterógrado.

**b- Espiga sistólica aislada en la sístole precoz sin flujo diastólico.** En este tipo de patrón se registran únicamente pequeñas ondas sistólicas anterógradas, cortas, puntiagudas, sin obtenerse flujo durante el resto de la sístole ni en la diástole. Las espigas sistólicas tienen menos de 200 (doscientos) mseg de duración.

**c-** Se pueden observar también patrones transitorios intermedios entre el “flujo oscilante” y las “espigas sistólicas”.

**d- La ausencia de señal doppler.** Sólo podrá ser utilizada para verificar el paro circulatorio cerebral con la siguiente condición: cuando exista un sonograma previo que muestre presencia de flujo, documentado en forma impresa o grabado y efectuado por el mismo operador que certifica el patrón de ausencia de señal doppler. Sin estos requisitos la ausencia de señal doppler no puede ser interpretada como confirmatoria del diagnóstico de parada circulatoria cerebral. En estos casos, de ausencia de señal doppler, puede arribarse al diagnóstico de paro circulatorio cerebral si se encuentran los patrones anteriormente especificados en **ambas** arterias carótidas extracraneanas y **ambas** arterias vertebrales.

**e- Requisitos y tiempo de insonación requerido para verificar el paro circulatorio cerebral.** La demostración de la parada circulatoria cerebral, requiere la insonación de cada arteria por al menos 30 (treinta) segundos y deberá demostrarse la persistencia del patrón compatible con el paro

circulatorio cerebral repitiendo el procedimiento a la **media hora** de realizado el primer estudio. El tiempo se contará desde el inicio de cada estudio.

**IV.2.3. Angiografía Cerebral Radioisotópica:** Este estudio, utilizado para el diagnóstico de muerte encefálica, debe ser realizado con radioisótopos difusibles (como el 99mTc-HM-PAO) que permiten detectar también el flujo en el territorio arterial posterior (vertebrobasilar).

El resultado compatible con el paro circulatorio cerebral 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 (angiogramagráfica), como en la fase de captación parenquimatosa.

**IV.2.4. Angiografía Cerebral por Angiotomografía Multicorte y estudio de perfusión cerebral:** Este estudio, para verificar el paro circulatorio cerebral, debe ser realizado con contraste no iónico. Se debe realizar una angiografía por TC, tanto de los vasos del territorio arterial cerebral anterior como del territorio posterior, realizando reconstrucciones tridimensionales del árbol vascular intracerebral.

El resultado compatible con el paro circulatorio cerebral es la ausencia completa de circulación intracraneana.

## **V. SITUACIONES ESPECIALES**

### **V.1. Coma de causa no aclarada o inadecuadamente documentada.**

En estos casos, para poder comenzar a aplicarse el protocolo deberá transcurrir un tiempo de al menos 24 (veinticuatro) horas desde el inicio del coma apneico, cumpliendo los requisitos establecidos en el punto I (Requisitos de Inclusión). En ese lapso deberán realizarse todos los esfuerzos posibles para aclarar la causa y documentarla. Si esto no se consiguiera, la muerte podrá ser declarada, en pacientes adultos y en niños a partir de los 2 (dos) años de edad, con un período de observación durante el cual se mantengan los hallazgos clínicos compatibles con el diagnóstico de muerte encefálica (que será establecido a juicio médico en cada caso particular) y la demostración, por un estudio de flujo sanguíneo encefálico, del paro circulatorio cerebral. El estudio de flujo deberá ser realizado una vez transcurrido dicho período de observación.

### **V.2. Imposibilidad de realizar el test de apnea.**

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 con el resto del examen clínico-neurológico y la utilización de las siguientes posibilidades:

- a. Realizar EEG y Potenciales Evocados Auditivos de Tronco y Somatosensitivos.
- b. Realizar un estudio del flujo sanguíneo encefálico de los establecidos en la Sección IV.2 de este protocolo.

En casos en los que los estudios de Potenciales Evocados y los de flujo sanguíneo presentaran limitaciones (por ej.: pacientes con cirugías descompresivas, con mala ventana para el doppler, con fracturas de peñasco o lesiones de médula cervical) o no estuvieran disponibles, se establece una tercera posibilidad:

- c. EEG y test de atropina.

### **V.3. Destrucción bilateral de estructuras oculares.**

En esta situación, para corroborar el diagnóstico de muerte, se utilizarán los puntos del examen clínico-neurológico que puedan realizarse y un método auxiliar que certifique el paro circulatorio cerebral.

#### **V.4. Hipoxia cerebral difusa.**

Cuando la causa del coma 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.

#### **V.5. Pacientes con efecto de depresores del sistema nervioso central.**

Dentro de las situaciones especiales indicadas en este apartado, los pacientes 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 fármaco en cuestión. Se aconseja como norma general un tiempo equivalente al menos a 4 (cuatro) vidas medias de eliminación del fármaco. Resultan aquí de utilidad los dosajes séricos del nivel de las drogas. Cuando estos estén disponibles, para drogas con efectos sedativos se aconseja no iniciar los procedimientos diagnósticos de muerte encefálica con la metodología habitual (examen clínico y EEG) hasta que el nivel sérico se encuentre en rango terapéutico.

Antes de transcurrido el tiempo de eliminación de las drogas (o con dosajes en rango supraterapéutico), podrá diagnosticarse la muerte encefálica en pacientes **adultos** y en los **niños a partir de los 2 (dos) años de edad**, cuando exista una causa del coma conocida y documentada, si se demuestra el **paro circulatorio cerebral** 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.

#### **V.6. Comas de origen metabólico o endocrino.**

En los pacientes cuya causa de coma se debe a severos trastornos metabólicos o endocrinos, sólo podrá diagnosticarse la muerte encefálica con la metodología habitual, luego de un tiempo de espera suficiente que asegure la compensación del cuadro metabólico.

En caso de que el trastorno metabólico que originó el coma no pudiese ser compensado, se podrá certificar la muerte por medio de alguno de los estudios de flujo sanguíneo cerebral, establecidos en la Sección IV.2, que demuestren el **paro circulatorio cerebral**.

## **ANEXO**

---

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, los potenciales evocados y el ecodoppler transcraneal, en el contexto del diagnóstico de muerte bajo criterios neurológicos.

### **I.- PROCEDIMIENTOS DEL EXAMEN 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 paciente. 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.

- **Reflejo Oculocefálico:** 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.

- **Reflejo Oculovestibular:** Con la cabeza en la línea media y levantada a 30° 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 ml de agua helada. Luego de finalizada la irrigación, los ojos deben mantenerse abiertos para observar cuidadosamente cualquier movimiento de los mismos durante al menos un minuto. Se deben esperar, al menos, 2 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 otorrea, 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.

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.

- **Reflejo de succión y búsqueda en neonatos:** Se estimulan los labios y las mejillas del niño de ambos lados observando si hay cualquier movimiento bucolingual y/o cefálico.

- **Evaluación del Reflejo Respiratorio Bulbar:** Se procede a realizar el Test de Apnea, según se describe a continuación.

## **II.- TEST DE APNEA**

Este test constituye una importante prueba para evaluar la función del tronco encefálico, por lo tanto, cuando no está contraindicada, esta prueba debe ser realizada obligatoriamente para realizar el diagnóstico de muerte encefálica. Cuando no pueda ser realizada se deberá proceder según se describe en la sección V.2 del protocolo: Situaciones Especiales - Imposibilidad de realizar el test de apnea.

El objetivo del test es asegurar la presencia de **apnea irreversible**, debiendo constatar la ausencia de movimientos respiratorios en pacientes no intoxicados, ni bajo el efecto de drogas bloqueantes neuromusculares, cuando el nivel de PaCO<sub>2</sub> alcance o supere el umbral de estimulación del centro respiratorio bulbar. Esto se consigue con seguridad cuando la PaCO<sub>2</sub> alcance o supere los **60 mmHg** y haya superado los **20 mmHg** de diferencia en relación al valor basal.

### **II.1. Procedimiento para la realización del test de apnea convencional (método de "OXIGENACIÓN APNEICA")**

#### **Prerrequisitos:**

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

b- Idealmente: temperatura corporal igual o mayor a 36.5 °C.

c- Monitorización electrocardiográfica.

d- Monitorización de saturación de oxígeno.

e- Disponibilidad para medir gases en sangre (con vía arterial accesible).

f- Gases basales: PaO<sub>2</sub>: 100 mmHg o más, o superior a 200 mmHg luego de la fase de preoxigenación. PaCO<sub>2</sub>: 40 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 % de O<sub>2</sub> con 5 % de CO<sub>2</sub>.

### **1ª Etapa: Preoxigenación**

Mantener la asistencia respiratoria mecánica con disminución de la ventilación (al 60 % del volumen minuto del paciente) y asegurar la hiperoxigenación, FiO<sub>2</sub> del 100 %, 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 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 PaCO<sub>2</sub> inicial, obteniéndose al final del tiempo, una muestra de sangre arterial para gases, luego de lo cual se reconecta el respirador.

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 (< 80 %), 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 PaCO<sub>2</sub> final sea de 60 mmHg o más y el incremento sea igual o mayor a 20 mmHg desde el nivel basal.
- La prueba será considerada indeterminada, debiendo repetirse el test si al final de la prueba, la PaCO<sub>2</sub> no llegó a los niveles señalados. 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 V.2 del protocolo.

## **II.2. Procedimiento para la realización del test de apnea con métodos alternativos:**

### **II.2.1 - Test de apnea por aumento artificial de CO<sub>2</sub>.**

En caso de utilización de esta técnica para la realización del test de apnea deben respetarse los prerrequisitos siendo más exigentes con la necesidad de estabilidad hemodinámica (es habitual la hipotensión, aún severa, con este método) y permitiéndose PaO<sub>2</sub> menor de 200 mmHg luego de la fase de preoxigenación, dado que el riesgo de hipoxia es significativamente menor.

Se procederá de la misma forma que en el test de apnea convencional en la primera etapa de preoxigenación.

En la 2º etapa se procederá, manteniendo la ventilación, a la instilación de CO<sub>2</sub> puro en la rama inspiratoria del respirador, durante 1 (un) minuto a un flujo de 2 (dos) litros/minuto, obteniendo al finalizar la instilación una muestra de sangre para gasometría, desconectándose entonces el ventilador por 1 (un) minuto, para efectuar la etapa de apnea, observando si se presentan movimientos respiratorios.

La interpretación de la prueba es igual a la del método convencional, con la aclaración que la prueba también deberá considerarse indeterminada si la PaCO<sub>2</sub> al final de la instilación es muy elevada (mayor a 100 mmHg) dados los posibles efectos narcóticos de los niveles tan altos de este gas.

### **II.2.2. Procedimiento para la realización del test de apnea con CPAP**

En caso de utilización de esta técnica para la realización del test de apnea se procederá de la siguiente forma:

Deben respetarse los prerequisites de la prueba de apnea convencional y se debe partir de valores de PaCO<sub>2</sub> inicial dentro de rangos normales (35 a 45 mmHg).

Luego se debe programar el respirador en modalidad CPAP con PEEP de 10 cm de H<sub>2</sub>O (o CPAP mayor a 10 cm de H<sub>2</sub>O si se considera necesario) con FiO<sub>2</sub> de 1. Esta modalidad del respirador deberá ser sostenida por el tiempo necesario para producir el aumento de PaCO<sub>2</sub> a los niveles requeridos de 60 mmHg y 20 mmHg por encima del valor basal. En ese momento se deberá verificar la presencia o ausencia de movimientos respiratorios. Se resultado se interpretará igual que en el método convencional.

### **III.- ESTUDIOS ELECTROFISIOLÓGICOS: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

#### **III.1.-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 ohms y menor de 10.000 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 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 o 2,5  $\mu$ v por milímetro durante la mayor parte del registro. Debe incluir una adecuada señal de calibración.

6- La duración mínima exigida para los estudios depende de la edad, siendo a partir de los 6 (seis) años de al menos 20 (veinte) minutos, entre 1 (un) año cumplido y hasta cumplir los 6 (seis) de al menos 30 (treinta) minutos y antes de cumplir 1 (un) año (0 a 11 meses) se exige una duración mínima de 1 (una) hora. Esta duración (1 hora) se considera recomendable en todos los menores de 6 (seis) años.

7- Se debe usar una constante de tiempo de 0.3 o mayor, o un filtro de frecuencias bajas de no más de 1 Hz (para los equipos digitales), con el fin de no atenuar los

potenciales lentos. El filtro de frecuencias rápidas no debe ser menor de 30 Hz. Si es necesario, es aceptable usar un filtro para ruido de 50 Hz.

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

9- 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.

10- 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.

11- El estudio podrá ser realizado con equipos analógicos (en papel) o digitales respetando en ambos casos las especificaciones antes establecidas. En el último caso (equipos digitales) deberá asegurarse el archivo digital del estudio completo por los métodos que correspondan, para garantizar la adecuada conservación documental del estudio y deberá realizarse un informe impreso con muestras significativas del trazado y la firma del Médico/a Neurólogo/a responsable del estudio, donde conste la ubicación electrónica del archivo completo del mismo.

### **III. 2. Potenciales Evocados (PE)**

A diferencia del EEG, estos estudios, los Potenciales Evocados Auditivos y Somatosensitivos, se realizan en el contexto del diagnóstico de muerte bajo criterios neurológicos, con las mismas condiciones técnicas que para su uso clínico habitual. Sin embargo se resaltan los dos puntos siguientes:

a) Es fuertemente recomendable la obtención de las respuestas extracraneanas al realizar los PE, es decir la onda I en los Potenciales Evocados Auditivos y las respuestas del plexo braquial (N9) y de la médula cervical (N13/P13) y P9 a P13 en la derivación con referencia no-cefálica en el Somatosensitivo de miembros superiores. Esto permite asegurar la correcta estimulación de la vía neural estudiada y el adecuado funcionamiento de las estructuras periféricas, limitando la ausencia de respuesta a los generadores neurales intracraneanos. Se recuerda que la onda I del Potencial Evocado Auditivo (respuesta del N. Coclear extracraneana) sólo se registra en los estudios precoces luego de producida la muerte encefálica, encontrándose habitualmente ausente en los estudios tardíos.

b) La amplificación de los gráficos debe ser la adecuada para la visualización de posibles respuestas de baja amplitud. La sensibilidad debe llegar al menos hasta los  $0.2 \mu\text{v} \times \text{div}$  para el auditivo y hasta  $1 \mu\text{v} \times \text{div}$  para el somatosensitivo en la derivación cortical.

Se debe confeccionar un informe impreso de los estudios realizados que incluya los gráficos obtenidos durante los mismos, las condiciones técnicas utilizadas y la firma del Médico/a Neurólogo/a responsable del estudio.

### **IV.- ECODOPPLER TRANSCRANEANO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**Condiciones para la utilización del Doppler Transcraneano en la verificación del paro circulatorio cerebral:**

- Se deben cumplir los prerequisites de estabilidad hemodinámica establecidos en el apartado de prerequisites de este protocolo.
- Cada arteria insonada deberá ser visualizada durante 30 (treinta) segundos, en las dos profundidades correspondientes y, para asegurar la persistencia del

patrón de paro circulatorio cerebral, el procedimiento deberá ser repetido con un intervalo mínimo de 30 (treinta) minutos.

- En casos de pacientes con balón de contrapulsación, deberá detenerse el contrapulsado antes de la realización del estudio.

#### **Ventanas a utilizar para la insonación:**

- **Ventana Transtemporal (VTT):** es la zona más fina de la escama del hueso temporal. Esta ventana es de utilidad para efectuar la insonación de las siguientes arterias: en la angulación anterior: Arteria Carótida Interna (ACI), el segmento es C6-C7, ó carótida interna terminal; Arteria Cerebral Media (ACM), segmentos M1 y M2; Arteria Cerebral Anterior (ACA),
- **Ventana occipital:** a través del foramen magnum se exploran las arterias vertebrales (AV) y la arteria basilar (AB).
- **Ventana orbitaria:** se puede insonar la arteria oftálmica y el sifón carotideo. Sólo se recomienda su utilización cuando no es posible utilizar la VTT.

#### **Territorios vasculares a insonar para la certificación de muerte:**

Deberá realizarse la insonación del árbol vascular intracraneano que incluya los vasos del territorio anterior y del territorio posterior:

- En TERRITORIO ANTERIOR: se deberá insonar en forma bilateral al menos un vaso de cada lado. Cada vaso debe ser insonado a dos profundidades diferentes separadas por una distancia de al menos 5 mm. Se recomienda la insonación de la ACM o en su defecto de la ACI.  
En caso de no obtener señal por alguna o ambas ventanas transtemporales, se podrá arribar al diagnóstico obteniendo los patrones de paro circulatorio cerebral en la arteria carótida interna extracraneana o a nivel del sifón carotídeo ipsilateral/es.
- En TERRITORIO POSTERIOR: Se recomienda la insonación del tronco basilar o en su defecto **ambas** arterias vertebrales. (vertebral o basilar insonar de 74 mm en adelante). Esta insonación debe ser efectuada a 2 profundidades diferentes separadas por al menos 5 mm.

#### **Resguardo del estudio:**

Deberá confeccionarse un informe impreso que contenga la documentación gráfica del estudio y donde consten los parámetros de profundidad, debiendo registrarse en el mismo fecha y hora de los estudios realizados con la firma del Médico/a responsable del estudio.

#### **Tipo de equipamiento:**

Se requiere un equipamiento que cuente con transductores de 2 Mhz, con al menos un canal de registro y que permita el grabado y la impresión del estudio.

#### **Consideraciones pediátricas:**

Podrán ser evaluados los niños a partir de los 2 (dos) años de edad. La fontanela permeable no inhabilita la realización del estudio.

Debe insonarse según la profundidad para cada edad, según los valores de referencia abajo especificados para ambos territorios.

Deberá realizarse la insonación del árbol vascular intracraneano que incluya los vasos del territorio anterior y del territorio posterior.

- En TERRITORIO ANTERIOR: se deberá insonar en forma bilateral al menos un vaso de cada lado. Cada vaso debe ser insonado a dos profundidades diferentes separadas por una distancia de al menos 3 mm. Se recomienda la insonación de la ACM o en su defecto de la ACI.

- En TERRITORIO POSTERIOR: Se deberá insonar la arteria basilar a dos profundidades separadas por 5 mm.

Se aconseja la utilización de las ventanas habituales (Temporal y Occipital), evitando el uso de las ventanas frontal alta y transfontanelar.

Edad	Arteria Cerebral Media	Arteria Carótida Interna	Arteria Cerebral Anterior	Arteria Cerebral Posterior		Arteria Basilar
				P1*	P2❖	
0-3 meses	25	55-65 ‡	25-30 §	-	-	-
>3-12 meses	30	60-70 ‡	30 §	-	-	-
>1-3 años	30-45	40-50	55-65	55	50-55	50-60
>3-6 años	40-45	45-55	60-65	55-60	50-60	55-70
>6-10 años	45-50	50-55	60-70	60-70	55-65	55-75
>10-18 años	45-50	55	65-75	60-70	60-65	60-80

\*Precomunicante

❖Postcomunicante

‡ Insonación a través de fontanela anterior

§ Insonación a través de ventana frontal alta

| Insonación a través de foramen occipital

Para el resto de los vasos, corresponde a insonación a través de la ventana temporal

## V.- TEST DE ATROPINA

Se realiza tras la administración intravenosa de 0,04 mg/Kg de sulfato de atropina, no deberá existir un incremento superior al 10 % de la frecuencia cardíaca basal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ariane Lewis, James L. Bernat, Sandralee Blosser, et al. "Determination An interdisciplinary response to contemporary concerns about brain death". *Neurology* 2018; 90;423-426. Published Online before print January 31, 2018 DOI 10.1212/WNL.0000000000005033
2. Becky J. Riggs, MD1; Joanna S. Cohen, MD; Bhavana Shivakumar, MPH; Carmelina Trimboli-Heidler, COA, CDOS; Jason T. Patregnani, MD; Marijean M. Miller, MD; Michael C. Spaeder, MD; Nathan P. Dean, MD. "Doppler Ultrasonography of the Central Retinal Vessels in Children With Brain Death." *Neurocritical Care March* 2017 • Volume 18 • Number 3. (Copyright © 2017 by the Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies DOI: 10.1097/PCC.0000000000001087)
3. Consejo de Europa. "Determination of death by neurologic criteria chapter 3" *Guide to the quality and safety of organs for transplantation*. European Committee (Partial Agreement) on Organ Transplantation (CD-P-TO ). EDQM 7th Edition 2018

4. Conselho Federal de Medicina. Define os critérios do diagnóstico de morte encefálica. Resolução CFM nº 2.173/2017. Brasil
5. Consensus Group on Transcranial Doppler in the Diagnosis of Brain Death . "Latin American Consensus on the use of transcranial Doppler in the diagnosis of brain death" - *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(3):240-252
6. D. Lustbader, MD D. O'Hara, MS E.F.M. Wijdicks, MD, PhD L. MacLean, PhD W. Tajik A. Ying, SE. Berg M. Goldstein, MD- "Second brain death examination may negatively affect organ Donation". *Neurology* 76 January 11, 2011.
7. de Freitas GR, André C. "Sensitivity of transcranial Doppler for confirming brain death: a prospective study of 270 cases" *Acta Neurol Scand* 2006; 113: 426–432 DOI: 10.1111/j.1600-0404.2006.00645.x
8. Deepak Sharma • Michael J. Souter • Anne E. Moore • Arthur M. Lam Clinical "Experience with Transcranial Doppler Ultrasonography as a Confirmatory Test for Brain Death: A Retrospective Analysis". *Neurocrit Care* (2011) 14:370–376 DOI 10.1007/s12028-010-9415-5
9. Derek MacDonald, Brandie Stewart-Perrin, Jai Jai Shiva Shankar "The Role of Neuroimaging in the Determination of Brain Death" - *J Neuroimaging* 2018;28:374-379. DOI: 10.1111/jon.12516
10. Glauco Adrieno Westphal, Valter Duro Garcia, Rafael Lisboa de Souza, Cristiano Augusto Franke, Kalinca Daberkow Vieira, Viviane Renata Zaclikevis Birckholz, Miriam Cristine Machado, Eliana Régia Barbosa de Almeida, Fernando Osni Machado, Luiz Antônio da Costa Sardinha, Raquel Wanzueta, Carlos Eduardo Soares Silvado, Gerson Costa, Vera Braatz, Milton Caldeira Filho, Rodrigo Furtado, Luana Alves Tannous, André Gustavo Neves de Albuquerque, Edson Abdala, Anderson Ricardo Roman Gonçalves, Lúcio Filgueiras Pacheco-Moreira, Fernando Suparregui Dias, Rogério Fernandes, Frederico Di Giovanni, Frederico Bruzzi de Carvalho, Alfredo Fiorelli, Cassiano Teixeira, Cristiano Feijó, Spencer Marcantonio Camargo, Neymar Elias de Oliveira, André Ibrahim David, Rafael Augusto Dantas Prinz, Laura Brasil Herranz, Joel de Andrade and Associação de Medicina Intensiva Brasileira, Associação Brasileira de Transplante de Órgãos - "Guidelines for the assessment and acceptance of potential brain-dead organ donors" February 2016 *Rev Bras Ter Intensiva*. 2016;28(3):220-255
11. Eelco F. M. Wijdicks, MD, PhD Wade S. Smith, MD, PhD "Brain Death in Children: Why Does It Have to Be So complicated?" DOI: 10.1002/ana.23576 April 2012
12. Giuseppe Citerio, MD Paul G. Murphy, MD "Brain Death: The European Perspective" ISSN 0271-8235 *Semin Neurol* 2015;35:139-144. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1547533>
13. J. Paniagua-Soto y M. Piñero Benítez "Muerte encefálica en UCI - Muerte encefálica: ¿cuál es el valor diagnóstico de los potenciales evocados multimodales?" Monográfico *Medicina Intensiva*, VOL. 24, NÚM. 3, 2000

14. Panayiotis N. Varelas • Mohammed Rehman • Tamer Abdelhak • Aashish Patel • Vivek Rai • Amy Barber • Susan Sommer • Jesse J. Corry • Chethan P. Venkatasubba Rao “Single Brain Death Examination Is Equivalent to Dual Brain Death Examinations”. *Neurocrit Care* 21 May 2011 DOI 10.1007/s12028-011-9561-4 –
15. Pauline G. Newton, M.S.; Richard P. Greenberg, M.D., Ph.D., Gregory G. Enas, Ph.D., and Donald P. Becker, M.D. “Effects of Therapeutic Pentobarbital Coma on Multimodality Evoked Potentials Recorded from Severely Head-injured Patients” *Neurosurgery* Vol. 12 No 6, 1983
16. Sam D. Shemie, Christopher Doig, Bernard Dickens, Paul Byrne, Brian Wheelock, Graeme Rocker, Andrew Baker, T. Peter Seland, Cameron Guest, Dan Cass, Rosella Jefferson, Kimberly Young, Jeanne Teitelbaum, on behalf of the Pediatric Reference Group and the Neonatal Reference Group –“ Brain arrest: the neurological determination of death and organ donor management in Canada Severe brain injury to neurological determination of death: Canadian forum recommendations” - *CMAJ*. 2006 Mar 14; 174(6): S1–S12. doi: [10.1503/cmaj.045142]
17. Thomas A. Nakagawa, Stephen Ashwal, Mudit Mathur, Mohan Mysore “An Update of the 1987 Task Force Recommendations” DOI: 10.1542/peds.2011-1511 *Pediatrics*; originally published online August 28, 2011
18. Thomas A. Nakagawa, MD, FAAP, FCCM,1,2 Stephen Ashwal, MD,Mudit Mathur, MD, FAAP; Mohan Mysore, MD, FAAP, FCCM, and the Committee for Determination of Brain Death in Infants Children “Guidelines for the Determination of Brain Death in Infants and Children: An Update of the 1987 Task Force Recommendations—Executive Summary” *ANN NEUROL* 2012;71:573–585
19. U.Walter, S. J. Schreiber, M. Kaps “Doppler and Duplex Sonography for the Diagnosis of the Irreversible Cessation of Brain Function (“Brain Death”): Current Guidelines in Germany and Neighboring Countries” DOI [http://dx.doi.org/ 10.1055/s-0042-112222](http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-112222) Published online: 2016 *Ultraschall in Med* © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart ·New York · ISSN 0172-4614
20. WHO- World Health Organisation: “The determination of death: a literature mapping exercise” Cochrane review” 2014. disponible en: <http://www.who.int/servicedeliverysafety/determination-death-review/en/>
21. WHO- World Health Organisation: Clinical Criteria for the Determination of Death WHO Technical Expert Consultation WHO headquarters, Geneva, Switzerland 22-23 September 2014 Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254737/1/WHO-HIS-SDS-2017.5-eng.pdf?ua=1>
22. Xavier Ducrocq, Werner Hassler , Kouzo Moritake , David W. Newell, Gerhard-Michael von Reutern, Toshiyuki Shiogai, Robert R. Smith- “Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology” *Neurological Sciences* 16 April 1998.





República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
2019 - Año de la Exportación

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Informe gráfico**

**Número:**

**Referencia:** PROTOCOLO NACIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DEL CESE IRREVERSIBLE DE LAS FUNCIONES ENCEFÁLICA (CERTIFICACIÓN DEL FALLECIMIENTO)

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 16 pagina/s.