

## Muerte encefálica en niños: perfil epidemiológico, estudios paraclínicos y tiempo de diagnóstico

### Brain death in pediatrics: Epidemiological profile, clinical studies and time to diagnosis

Emilio Cornejo-Escatell,<sup>1</sup> Matilde Ruíz-García<sup>1</sup>

#### Resumen

**ANTECEDENTES:** La muerte encefálica implica la pérdida irreversible de funciones del tallo y hemisferios cerebrales. Las causas más frecuentes son: traumatismos, infecciones, neoplasias e hipoxia.

**OBJETIVO:** Conocer el perfil clínico, epidemiológico, tiempo al diagnóstico, estudios confirmatorios, reportes de imagen en pacientes con muerte encefálica en un hospital pediátrico de tercer nivel de la Ciudad de México.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** Estudio retrospectivo, retrolectivo, observacional y descriptivo al que se incluyeron pacientes que cumplieron los criterios de muerte encefálica atendidos entre enero de 2005 y enero de 2017. Variables de estudio: edad, sexo, causa, tiempo transcurrido hasta el diagnóstico y estudios paraclínicos.

**RESULTADOS:** 38 pacientes, edad media de 7.24 años (DE  $\pm$  5.27), límites de edad: 3 meses a 17 años, 21 de 38 masculinos; causas más frecuentes: neoplasias (34.3%), infecciones (28.9%). Tiempo promedio hasta el diagnóstico: 3.1 días (DE 2.7) mínimo 1 y máximo 6 días. El diagnóstico de muerte encefálica se confirmó con: electroencefalograma a todos los pacientes, gammagrama cerebral en 46% y potenciales auditivos evocados de tallo en 22%. Estudio de imagen en 37 de 38 pacientes. Los hallazgos más comunes fueron edema cerebral y tumoración intracraneal.

**CONCLUSIONES:** La muerte encefálica es poco frecuente en la práctica pediátrica, representa 1.6% de las defunciones en una institución pediátrica de tercer nivel en la Ciudad de México, porcentaje superior al 0.9% reportado en otras series. El tiempo hasta el diagnóstico fue similar a lo reportado en bibliografía internacional, la causa más frecuente fue secundaria a neoplasias, porque el INP es un centro de referencia oncológica.

**PALABRAS CLAVE:** Muerte encefálica, pediatría, etiología, diagnóstico, electroencefalografía.

#### Abstract

**BACKGROUND:** Brain death, involves the irreversible loss of brain stem and cerebral hemispheres functions. The most frequent causes are traumatic, infections, neoplasms and hypoxic.

**OBJECTIVE:** To know the clinical epidemiological profile, time to diagnosis, confirmatory studies, imaging results in patients with brain death in a pediatric hospital of tertiary care in Mexico City between January 2005 and January 2017.

<sup>1</sup>Servicio de Neurología Pediátrica  
Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México.

**Recibido:** 24 de abril 2018

**Aceptado:** 17 de mayo 2019

#### Correspondencia

Matilde Ruiz García  
matilderuiz@gmail.com

#### Este artículo debe citarse com

Cornejo-Escatell E, Ruíz-García M. Muerte encefálica en niños: perfil epidemiológico, estudios paraclínicos y tiempo de diagnóstico. Acta Pediatr Mex 2019;40(4):191-8.

**MATERIAL AND METHOD:** Retrospective, retrolective, observational and descriptive study; for which all patients who met diagnostic criteria for brain death in the hospital were included in the period from January 2005 to January 2017. The variables are described: age, sex, etiology, time of diagnosis and paraclinical studies.

**RESULTS:** 38 patients, mean age of 7.24 years (SD: 5.27), age range: 3 months to 17 years, 21/38 male, most frequent etiologies: neoplasms (34.3%) and infections (28.9%). Average diagnosis time: 3.1 days (SD: 2.7) minimum of 1 and maximum of 6 days. To confirm the diagnosis, electroencephalogram was performed on all patients, a 46% brain scan and 22% stem evoked auditory potentials. Imaging study in 37/38 patients, the most common findings were cerebral edema and intracranial tumor.

**CONCLUSIONS:** Brain death is uncommon in pediatric practice, representing 1.6% of deaths in a tertiary care pediatric institution in Mexico City, which is higher than the 0.9% reported in other series. The time to diagnosis was similar to that reported in the international literature, the etiology was most often secondary to neoplasms because it is an oncological reference center.

**KEYWORDS:** Brain Death; Pediatrics; Etiology; diagnosis; Electroencephalography

## ANTECEDENTES

La muerte encefálica se define como la pérdida irreversible, por causa conocida, de las funciones de los hemisferios cerebrales y del tronco encefálico.<sup>1</sup> La muerte encefálica es una condición artificial, creada por la medicina del siglo XX, debido a la introducción de las técnicas de soporte vital avanzado, sobre todo de la ventilación mecánica, descrita por primera vez en 1959 por Mollaret y Goulon,<sup>2</sup> quienes la denominaron *coma dépassé*. Fue hasta 1968 cuando la comunidad científica se reunió y reconoció a la muerte encefálica como una entidad clínica y propuso los criterios de la Universidad de Harvard para muerte encefálica.<sup>3</sup>

Existe abundante información internacional acerca de los criterios diagnósticos y la causalidad en población adulta, no así en pacientes pediátricos donde es limitada en cuanto a tipo de criterios a considerar por edad, como en la causa.

La muerte encefálica en niños representa 0.9% de los ingresos a terapia intensiva y las causas más comunes, en una serie retrospectiva de

Stawron, fueron: traumatismos, ahogamiento y meningitis.<sup>4</sup> Burns y colaboradores, en un estudio prospectivo, incluyeron a los pacientes de las unidades de cuidados intensivos pediátricos de cinco hospitales escuela en Estados Unidos donde se registró la muerte encefálica 16% de los 192 pacientes estudiados, en la mayoría (80%) se estableció el diagnóstico de muerte encefálica en menos de 7 días, con una mediana de 2.9 días y rango de 1.6 a 6.2 días.<sup>5</sup>

El diagnóstico de muerte encefálica en pacientes pediátricos debe establecerse cuidadosamente y por médicos capacitados, por las implicaciones legales y terapéuticas que conlleva. La Ley General de Salud de México, en el capítulo IV del artículo 343 establece la definición legal de muerte cerebral o encefálica y en el artículo 344 se determinan los estudios paraclínicos mínimos para corroborar este diagnóstico.<sup>6</sup> **Cuadro 1**

Se recomienda que el diagnóstico lo establezcan dos exploradores diferentes, separados por 24 horas en el caso de los neonatos, para los pacientes mayores de un mes de edad, el periodo de observación se acorta a 12 horas.<sup>7,8</sup> La primera

**Cuadro 1.** Criterios para diagnóstico de muerte encefálica

<b>Requisitos marcados en el artículo 344 de la ley general de salud para diagnóstico de muerte encefálica.</b>
I. Pérdida permanente e irreversible de conciencia y de respuesta a estímulos sensoriales.
II. Ausencia de automatismo respiratorio
III. Evidencia clínica de daño irreversible del tallo cerebral o hemisferios cerebrales.
<b>Estudios confirmatorios de muerte encefálica avalados por la Ley General de Salud</b>
I. Electroencefalograma que demuestre ausencia total de actividad eléctrica.
II. Cualquier otro estudio de gabinete que demuestre la ausencia permanente de flujo encefálico arterial.

Ley General de Salud, México, título XIV, capítulo IV, artículos 343 y 344.

evaluación debe establecer si el paciente cumple con los criterios clínicos de muerte encefálica y la segunda evaluación debe confirmar los hallazgos de la primera.

Esta evaluación clínica debe establecer el coma de causa conocida con cuadriplejia atónica y arrefléctica, con ausencia de reflejos del tallo cerebral, (reflejos fotomotores, corneal, oculocefálico, oculoestibular, nauseoso y tusígeno) y prueba de apnea.<sup>7,8,9</sup>

El electroencefalograma es el estudio más utilizado para apoyar el diagnóstico de muerte encefálica y requiere una técnica específica de reconocimiento internacional.<sup>10,11</sup> La angiografía cerebral de cuatro vasos es el patrón de referencia para determinar la ausencia de flujo cerebral; este estudio no se encuentra disponible en todas las unidades hospitalarias.<sup>7,8</sup>

Los estudios auxiliares no deben considerarse sustitutos de la evaluación clínica. En México, desde el punto de vista legal, como parte de la evaluación se requiere el electroencefalograma. Los potenciales evocados y la gammagrafía son de utilidad cuando existen reflejos de integración medular residuales o cuando no se pueda

realizar prueba de apnea por inestabilidad del paciente.<sup>6,12</sup>

El diagnóstico de muerte encefálica tiene una baja prevalencia en la práctica pediátrica; sin embargo, tiene importantes implicaciones terapéuticas y legales, por lo que es necesario reconocer el perfil epidemiológico y clínico que favorezca un diagnóstico certero y oportuno.

El objetivo de este estudio fue: conocer el perfil clínico, epidemiológico, tiempo al diagnóstico, estudios confirmatorios, reportes de imagen en pacientes con muerte encefálica en un hospital pediátrico de tercer nivel de la Ciudad de México.

## **PACIENTES Y MÉTODOS**

Estudio retrospectivo, retrolectivo, observacional y descriptivo al que se incluyeron pacientes que cumplieron los criterios de muerte encefálica atendidos entre enero de 2005 y enero de 2017. Variables de estudio: edad, sexo, causa, tiempo transcurrido hasta el diagnóstico y estudios paraclínicos. El tamaño de la muestra y tipo de muestreo fue una inclusión consecutiva de todos los pacientes que cumplieron con los criterios

diagnósticos de muerte encefálica (**Cuadro 1**) en la institución.

Para el diagnóstico de muerte encefálica en el grupo de estudio se aplicaron los criterios que exige la Ley General de Salud de México. Se utilizó un periodo de 12 horas de observación en lactantes y 24 h en neonatos, de acuerdo con la recomendación de los criterios del Task force,<sup>7,8</sup> porque la Ley General de Salud carece de especificación para pacientes en edad pediátrica.

Los pacientes fueron valorados por especialistas adscritos al servicio de Neurología pediátrica en dos ocasiones. El diagnóstico se confirmó con un estudio paraclínico. El rango de edad de los pacientes fue mayor de un mes y menor de 18 años. Se excluyeron los pacientes menores de un mes y los prematuros.

## RESULTADOS

Se incluyeron 38 pacientes: 21 masculinos y 17 femeninos. La media de edad fue de 7.24 años (DE  $\pm$  5.27), mínimo 3 meses, máximo 17

años. La distribución por edad se muestra en el **Cuadro 2**.

La causa de muerte encefálica identificada fue secundaria a neoplasias (3 de 38), procesos infecciosos (11 de 38), traumatismos (5 de 38), causas metabólicas (3 de 38), las complicaciones quirúrgicas, causas cardiacas y los accidentes cerebrales vasculares tuvieron la misma cantidad de casos (n = 2). **Cuadro 2**

Las neoplasias del sistema nervioso central fueron la causa más frecuente de localización supratentorial (8 de 38; más comunes astrocitoma y craneofaringioma) e infratentorial (5 de 38; más comunes meduloblastoma y astrocitoma cerebeloso).

En el análisis de la relación entre causa y edad se encontró que en los lactantes las causas más comunes fueron los traumatismos y las infecciones en 14 de 38 cada uno. En preescolares la causa más común fueron las infecciones y en los escolares las neoplasias. El tamaño de muestra no permitió establecer diferencias estadísticas

**Cuadro 2.** Características clínico demográficas por grupos de edad

	Lactantes (n = 8)	Prescolares (n = 9)	Escolares (n = 12)	Adolescentes (n = 9)	Total (n; %)
Masculinos	5	4	6	6	21; 55%
Femeninos	3	5	6	3	17; 45%
<b>Causa</b>					
Oncológica	2	2	6	3	13; 34.2%
Infección	3	4	2	2	11; 28.9%
Traumatismo	3	1	0	1	5; 13.2%
Metabólica	0	1	1	1	3; 7.9%
Cardiopatía	0	0	1	1	2; 5.3%
Evento cerebral vascular	0	0	1	1	2; 5.3%
Complicaciones quirúrgicas	0	1	1	0	2; 5.3%

entre los grupos. Mención especial fue la muerte encefálica secundaria a maltrato infantil en 3 lactantes.

Por lo que se refiere a la distribución de prevalencias de causa por sexo se identificó a las neoplasias como la más común en 7 de 21 varones y en 6 de 17 mujeres.

Se encontró que la media de tiempo hasta el diagnóstico de muerte encefálica fue de 3.1 días ( $DE \pm 2.7$ ), con mínimo de 1 y máximo de 6 días; este periodo es el comprendido entre el día que se tiene la sospecha clínica de muerte encefálica y el día en que se confirma el diagnóstico.

A todos los pacientes se les tomó un electroencefalograma; a 26 de 38 se les realizó un estudio y 9 de 38 requirieron EEG seriados (2 a 4) porque tenían actividad eléctrica residual; a éstos se les realizaron otros estudios confirmatorios: gammagrafía y potenciales auditivos evocados.

### Cuadro 3

A 37 de 38 pacientes se les practicaron estudios de neuroimagen, a 31 de 38 tomografía axial

computada y a 6 de 38 resonancia magnética. Los hallazgos se describen en el **Cuadro 4**.

### DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio (12 años) se registraron 2328 defunciones de las que 38 fueron muerte encefálica, lo que representa 1.63%. El estudio de Ruiz-García,<sup>13</sup> con características similares a éste, se efectuó en el periodo de 1991 a 1996, con 1998 defunciones de las que 125 fueron muerte encefálica, que representaron 6.25%. La mortalidad por muerte encefálica fue 1.71 veces superior en el periodo 1991-1996 que en el periodo 2005-2017, esto evidencia una disminución de muerte encefálica como causa de fallecimiento, debido a modificaciones en la atención médica y al mayor conocimiento y mejores recursos materiales en la institución, pero aún sigue siendo más frecuente que lo informado en otras series (0.9%).

La población estudiada tenía características demográficas y evolución similar a lo reportado en series internacionales. La distribución por sexos fue de 55% masculinos y la edad media fue de

**Cuadro 3.** Estudios confirmatorios de 38 pacientes con muerte encefálica

	Lactantes (n = 8)	Prescolares (n = 9)	Escolares (n = 12)	Adolescentes (n = 9)	Total (n = 38)
Electroencefalograma unico	6	5	10	8	29
Electroencefalogramas seriados	2	4	2	1	9
Otros estudios confirmatorios					
Gamagrama cerebral	4	0	5	4	13
Potenciales auditivos evocados de tallo	2	3	3	0	8
Gamagrama + potenciales auditivos evocados de tallo	2	1	1	0	4
Angiografía de sustracción sigital por tomografía computada	0	1	0	1	2

**Cuadro 4.** Estudios de imagen y características encontrada

	Lactantes (n = 8)	Prescolares (n = 8)	Escolares (n = 12)	Adolescentes (n = 9)	Total (n; %)
Tomografía Axial computarizada	8	8	9	6	31; 84%
Resonancia Magnética,	0	0	3	3	6; 16%
<b>Características de la imagen</b>					
<b>Edema cerebral</b>	2	5	4	4	15; 40.5%
<b>Tumoración</b>	4	2	5	2	13; 35%
Evento cerebral vascular	2	1	3	3	9; 24.5%

7.24 años (mínima 1 mes y máxima 17 años  $DE \pm 5.28$ ), lo que contrasta con lo publicado por Ruiz-García,<sup>13</sup> con una edad media de 2 años (mínimo 18 días y máxima de 17 años). La distribución por grupos etarios en este estudio describió que los pacientes menores de 2 años representaron 51% del total de la población, esto difiere de lo que encontramos porque los lactantes representaron 21%; sin embargo, los pacientes menores de 6 años siguen siendo el grupo con mayor vulnerabilidad porque representaron 44.7% del total de la población estudiada.

Las causas más comunes fueron: neoplasias (13/38;34%), infecciones (11/38;29%) y traumatismos (5/38;13%). Al comparar esta distribución con la reportada por Ruiz-García<sup>13</sup> hay una diferencia de las principales causas, procesos infecciosos (34%), traumatismos (21%) y neoplasias (18%). Esto se debe a una transición epidemiológica de la institución porque se ha convertido en un centro de referencia oncológico. Al comparar estos datos con los de la bibliografía internacional, el estudio de Burns y colaboradores,<sup>5</sup> que incluyó 5 hospitales universitarios con terapia intensiva pediátrica, reportaron que las causas más comunes fueron: insuficiencia multiorgánica (24%), insuficiencia

respiratoria (20%) y enfermedades neurológicas (17.7%) pero no describen cuáles fueron las causas primarias que llevaron a esos diagnósticos, por lo que es difícil hacer una comparación equivalente con nuestro estudio.

Se determinó una media de 3.1 días para el diagnóstico de muerte encefálica (rango de 1 a 6 días;  $DE \pm 2.72$ ). A pesar de contar con estudios de gabinete en horarios restringidos en esta serie, el tiempo para el diagnóstico es muy similar a lo reportado en otras series (2.9 días con límites de 1.6 a 6.2 días).<sup>5</sup>

Los pacientes menores de 6 años tuvieron con más frecuencia procesos infecciosos y traumatismos, 3 casos fueron de maltrato infantil, al tratar a los pacientes de este grupo etario con traumatismos deben buscarse, intencionadamente, manifestaciones subclínicas de maltrato.

El electrocardiograma fue el estudio confirmatorio de elección porque puede tomarse en la cama del paciente, es de fácil acceso y bajo costo. Sin embargo, cuando persiste actividad eléctrica residual debe repetirse el estudio a las 24 horas o realizar potenciales auditivos evocados de tallo o gammagrafía cerebral para confirmar los hallazgos clínicos.<sup>7</sup>



Los reportes de los estudios de neuroimagen más frecuentes fueron: edema cerebral (n = 15; 40.5%) y tumoración intracraneal (n = 13; 35%), lo que es consistente con el tipo de pacientes que se atienden en la institución.

De los 38 pacientes de la serie solo uno fue donador de órganos, los demás no fueron elegibles porque la mayoría tenía alguna enfermedad de base al momento del diagnóstico de muerte encefálica.

La principal debilidad del estudio es su carácter retrospectivo que limita la información a lo documentado en el expediente clínico; por esto se proyecta complementar el estudio de manera prospectiva.

## CONCLUSIONES

La muerte encefálica es un suceso poco frecuente en la práctica pediátrica, representa 1.6% de las defunciones en un hospital de tercer nivel de la Ciudad de México. El diagnóstico lleva consigo una serie de implicaciones terapéuticas y legales para los pacientes y profesionales de la salud. Existen guías de práctica clínica nacionales e internacionales detalladas para establecer un diagnóstico certero y oportuno.

Al conocer el perfil epidemiológico y las características clínicas de la población se ofrece la posibilidad de identificar de manera oportuna a los pacientes con alto riesgo de muerte encefálica y permitirá, en la medida de lo posible, establecer estrategias para prevenir el desenlace de muerte encefálica.

La población analizada fueron 38 pacientes que se diagnosticaron en un periodo de 12 años en la institución: solo uno de ellos fue donador. Este bajo porcentaje se debe a la alta frecuencia de padecimientos oncológicos. A pesar de no contar con estudios confirmatorios las 24 horas, el

tiempo en establecer el diagnóstico de muerte encefálica es similar a lo reportado en series internacionales, lo que implica que se tiene gran sensibilidad para su sospecha y diagnóstico en esta institución.

Un hallazgo importante fue que en 3 lactantes con muerte encefálica la causa fue el maltrato infantil, que representó 7.8% de la población estudiada. Esto subraya la necesidad de impulsar programas sociales dirigidos a prevenir y detectar el maltrato infantil para evitar desenlaces de esta índole.

Esta serie pretende ofrecer información actualizada acerca de las características demográficas de los pacientes con muerte encefálica en una unidad de tercer nivel en México.

## REFERENCIAS

1. Wijdicks EFM, Varelas PN, Gronseth GS, Greer DM; American Academy of Neurology. Evidence-based guideline update: determining brain death in adults: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2010;74(23):1911-18.
2. Mollaret P, Goulon M. Le coma dépassé. *Rev Neurol*. 1959; 101:3-15.
3. 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; 205:337-40.
4. Staworn D, et al. Brain death in pediatric intensive care unit patients: incidence, primary diagnosis, and the clinical occurrence of Turner's triad. *CritCare Med*. 1994;22(8):1301-5.
5. Burns JP, et al. Epidemiology of death in the P1CU at five U.S. teaching hospitals. *CritCare Med*. 2014;42(9):2101-8.
6. Ley General de Salud en México, publicada el 4 de junio del 2014 en el Diario Oficial de la Federación, en el título XIV, capítulo IV, artículos 343 y 344.
7. Nakagawa TA, Ashwal S, Mathur M, Mysore MR; Society of Critical Care Medicine, Section on Critical Care and Section on Neurology of American Academy of Pediatrics; Child Neurology Society. Clinical report: Guidelines for the determination of brain death in infants and children: an update of the 1987 taskforce recommendations. *Pediatrics*. 2011;128(3):e720-40.
8. Guidelines for determination of brain death in children. *Pediatric Neurology*. 1987;3(4):242-43.

9. Paret G, Barzilay Z. Apnea testing in suspected brain-dead children: physiological and mathematical modelling. *Intensive Care Med.* 1995;21(3):247-52.
10. Alvarez LA, et al. EEG and brain death determination in children. *Neurology.* 1988;38(2):227-30.
11. Mark M, Stecker, Dragos Sabau, Lucy Sullivan, American Clinical Neurophysiology Society Guideline 6: Minimum Technical Standards for EEG Recording in Suspected Cerebral Death. *J Clin Neurophysiol.* 2016; 33:324-27.
12. Holzman BH, et al. Radionuclide cerebral perfusion scintigraphy in determination of brain death in children. *Neurology.* 1983;33(8):1027-31.
13. Ruiz-García, et al. M, Brain death in children: clinical, neurophysiological and radioisotopic angiography findings in 125 patients. *Childs Nerv Syst.* 2000;16(1):40-45.