

Identificación de marcadores tempranos de mala evolución neurológica en niños ahogados que presentaron paro cardiorrespiratorio

YANINA V. FORTINI, LUIS BONI

Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital Municipal de Trauma y Emergencias "Dr. Federico Abete", Pablo Nogués, Buenos Aires

Correspondencia:

Dra. Yanina V. Fortini

yaninafortini@yahoo.com.ar

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Palabras clave

- Ahogamiento
- Niños
- Reanimación cardiopulmonar
- Secuela neurológica

Resumen

Introducción: Los ahogamientos son una amenaza grave y desatendida de salud pública, constituyen la primera causa de muerte en niños <3 años. Más del 90% de esas muertes ocurren en países de bajos y medianos ingresos. El objetivo de este trabajo es identificar los marcadores pronósticos tempranos de mala evolución neurológica en niños ahogados con paro cardiorrespiratorio que ingresaron en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

Materiales y Métodos: Estudio retrospectivo, de observación y analítico. Se estudiaron pacientes entre el mes de vida y los 15 años que ingresaron en la Unidad de Cuidados Críticos, entre el 1 de enero de 2010 y el 31 de diciembre de 2015. Se examinaron las siguientes variables al ingreso: edad, sexo, ácido láctico, pH, exceso de base, bicarbonato y glucemia plasmática, puntaje PRISM, lugar del accidente y supervisión de las víctimas.

Resultados: Ingresaron 11 pacientes con diagnóstico de ahogamiento y paro cardiorrespiratorio. La mediana de la edad fue de 29 meses. El 54% eran niñas y el 48%, varones. Tres pacientes fallecieron. Entre los supervivientes, tres niños sufrieron daño neurológico grave. El peor pronóstico se asoció con ácido láctico >6 mmol/l y glucemia >300 mg% al ingresar. El puntaje PRISM mostró una relación directamente proporcional a la *Pediatric Cerebral Performance Categorization Scale*.

Conclusión: En nuestra población, se asociaron a mal pronóstico la lactacidemia >6 mmol/l, la glucemia plasmática >300 mg% y el puntaje PRISM elevado en los grupos de peor pronóstico.

Key words

- Drowning
- Children
- Cardiopulmonary resuscitation
- Neurological sequel

Abstract

Introduction: Drowning is a serious and neglected threat in public health, it is the leading cause of death in children under 3 years. Over 90% of these deaths occur in low and middle income countries. The objective of this work is to identify early prognostic markers of poor neurological outcome in drowned children with cardiorespiratory arrest admitted to the Pediatric Intensive Care Unit.

Materials and Methods: Retrospective, observational and analytical study. Patients between the month of life and 15 years admitted to the Critical Care Unit between January 1st, 2010 and December 31st, 2015 were studied. The following variables were examined on admission: age, sex, lactic acid, pH, base excess, bicarbonate, and plasma glucose levels, PRISM score, scene and supervision of the victims.

Results: Eleven patients were admitted with a diagnosis of drowning and cardiac arrest. The median age was 29 months. 54% were female and 48% male. Three patients died.

Among the survivors, three children suffered severe neurological damage. Poor prognosis was associated with lactic acid >6 mmol/l, glucose >300 mg% at admission. The PRISM score was directly proportional to the Pediatric Cerebral Performance Categorization Scale.

Conclusion: In our population, poor prognosis was associated with the presence of lactate >6 mmol/l, plasma glucose >300 mg% and a high PRISM score in the worst prognosis group.

Introducción

Se define ahogamiento al proceso de sufrir insuficiencia respiratoria por sumersión o inmersión en un medio líquido. Cualquier episodio de inmersión o sumersión sin evidencia de dificultad respiratoria debe ser considerado un rescate del agua.^{1,2}

El ahogamiento continúa siendo un problema global de alto impacto en países desarrollados y no desarrollados. Se estima que anualmente mueren en el mundo 372.000 personas por esta causa.^{1,2} El ahogamiento es la primera causa de muerte en niños de entre 1 y 3 años, y la segunda causa en niños mayores, después de las lesiones por accidentes de tránsito. Por cada niño que fallece ahogado, se informan cuatro episodios no fatales, muchas veces, con serias afecciones neurológicas residuales.³ La población en riesgo comprende a los menores de 5 años y los adolescentes, predominantemente varones de entre 15 y 18 años, y personas con mayor acceso al agua por su profesión o lugar de residencia.^{1,2,4}

En los niños pequeños, la falta de supervisión directa, la distracción de los cuidadores o la subestimación de las capacidades del niño son factores en la mayoría de los episodios. Un niño pequeño puede ahogarse en pocos centímetros de agua, en cualquier recipiente, como baldes o bañaderas.³

Los factores que determinan el resultado clínico dependen del tiempo de inmersión, el tiempo de rescate y la reanimación en el lugar del hecho. La educación en reanimación cardiopulmonar a familiares es un factor fundamental para mejorar la supervivencia y lograr una adecuada recuperación neurológica.

El objetivo de este trabajo es identificar aquellos marcadores pronósticos tempranos de mala evolución neurológica en pacientes pediátricos ahogados con paro cardiorrespiratorio que fueron admitidos en nuestra Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP).

Materiales y Métodos

Estudio transversal, retrospectivo, de observación y analítico. Se examinaron las historias clínicas de todos los niños que ingresaron en la UCIP del Hospital Municipal de Trauma y Emergencias "Dr. Federico Abete", situado en el partido de Malvinas Argentinas, provincia de Buenos Aires, con diagnóstico de ahogamiento y paro cardiorrespiratorio, entre el 1 de enero de 2010 y el 31 de diciembre de 2015. Nuestra UCIP es polivalente y admite niños entre el mes de vida y los 16 años de edad que viven en la localidad, o ingresos a través de obras sociales.

■ Identificación de marcadores tempranos de mala evolución neurológica en niños ahogados que presentaron paro cardiorrespiratorio

Consideraciones estadísticas

Los resultados se obtuvieron mediante el análisis de la variable dependiente que fue el evento ahogamiento. Las variables independientes fueron: edad expresada en meses, sexo, datos de laboratorio, tiempo de sumersión, puntaje PRISM (*Probability Risk Infant Score Mortality*), lugar del accidente y supervisión de las víctimas. Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATA 8.0. Se analizó la prevalencia de episodios de ahogamiento en cada año. Las variables categóricas se expresan como valores absolutos o porcentajes. Las variables continuas se expresan como medidas de posición central y sus respectivas medidas de dispersión.

Se analizaron las siguientes variables al ingreso: edad, sexo, lactacidemia (dicotomizada en <6 mmol/l o ≥ 6 mmol/l), pH sanguíneo ($\leq 7,20$ o $>7,20$), bicarbonato plasmático (<10 mmol/l o ≥ 10 mmol/l), glucemia (<300 mg% o ≥ 300 mg%), exceso de base (<-20 o ≥ -20), puntaje PRISM, lugar del accidente, tiempo de sumersión (<10 min o ≥ 10 min) y supervisión de las víctimas (presencia o ausencia de una persona adulta al cuidado del niño).

Se confeccionó una base de datos y se dividió a los pacientes en tres grupos según el grado de déficit neurológico mediante la *Pediatric Cerebral Performance Categorization Scale* (PCPCS) diseñada por Fiser (Tabla 1). La PCPCS se utiliza desde 1992 en todas las UCIP.^{5,6} En esta escala, se evalúa el estado de conciencia, el grado de alerta, la capacidad para realizar actividades cotidianas, la interacción con el entorno, el rendimiento escolar, la respuesta a estímulos, los reflejos pupilares y los signos de muerte cerebral. El grupo 1 comprende las categorías normal,

leve y moderada de secuela neurológica (PCPCS 1, 2 y 3); en el grupo 2, se englobaron aquellos pacientes con secuela neurológica grave, coma o estado vegetativo persistente (PCPCS 4 y 5) y, en el grupo 3, los pacientes con muerte cerebral (PCPCS 6).

Resultados

En el período analizado entre el 1 de enero de 2010 y el 31 de diciembre de 2015, ingresaron 11 pacientes en la UCIP con diagnóstico de ahogamiento y paro cardiorrespiratorio (Tabla 2). El 54% eran niñas ($n = 6$) y el 48%, varones ($n = 5$). Tres de los 11 pacientes murieron. Entre los supervivientes, tres niños (27,27%) sufrieron daño neurológico grave.

La mediana de la edad fue de 29 meses (intervalo 12-118 meses). Cabe destacar que, en nuestra UCIP, se internan pacientes desde el mes de vida hasta los 16 años.

Los episodios de ahogamiento ocurrieron en piletas de hogares (10 pacientes, 91%) y por sumersión en balde (un paciente, 9%). En el momento del accidente, todos los niños estaban siendo supervisados por sus padres o familiares adultos.

El tiempo de sumersión fue <10 min en el 27,27% de los casos ($n = 3$) y ≥ 10 min en el 18,18% ($n = 2$). En seis historias clínicas, no se mencionaba el tiempo de sumersión, porque los familiares no pudieron precisararlo. Sólo tres pacientes (27,27%) recibieron maniobras de reanimación cardiopulmonar en el lugar del hecho. Estos pacientes contaban con familiares entrenados en reanimación cardiopulmonar.

TABLA 1
Escala Pediátrica de Categorización del Desempeño Cerebral (*Pediatric Cerebral Performance Categorization Scale*, PCPCS)

Puntaje	Categorías	Descripción
1	Normal	Normal al nivel apropiado para la edad, rendimiento escolar acorde a la edad.
2	Leve discapacidad	Consciente, alerta, capaz de interactuar al nivel apropiado para la edad, concurre a escuela normal, aunque a un grado no acorde a la edad, posibilidad de déficit neurológico leve.
3	Moderada discapacidad	Consciente, suficientes funciones cerebrales para actividades cotidianas independientes apropiadas para la edad. Concurre a escuela especial o tiene alguna deficiencia de aprendizaje.
4	Grave discapacidad	Consciente, depende de la ayuda de otros para actividades cotidianas a causa de una deficiente función cerebral.
5	Coma o estado vegetativo	Cualquier grado de coma sin los síntomas de muerte cerebral. Sin conciencia de sí mismo, no interactúa con su entorno. Sin respuesta cerebral, sin evidencia de función de la corteza cerebral (no responde a estímulos verbales, posibilidad de respuestas reflejas, apertura espontánea de los ojos, ciclo sueño-vigilia).
6	Muerte encefálica	Apnea, arreflexia o electroencefalograma plano.

Se analizaron los datos comparando los grupos 1, 2 y 3, según el grado de déficit neurológico, mediante la PCPCS, y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 3.

Con respecto a los valores de ácido láctico plasmático al ingresar en la UCIP, en el 45,45% de los niños

(n = 5) fue <6 mmol/l (grupo 1) y el 54,54% (n = 6) presentó valores ≥6 mmol/l (grupos 2 y 3).

El pH sanguíneo fue >7,20 en todos los pacientes del grupo 1 (n = 5) y ≤7,20 con exceso de base ≥20 en los niños de los grupos 2 y 3 (n = 6). Los valores promedio de bicarbonato plasmático fueron muy disímiles en los tres grupos.

TABLA 2
Datos de los pacientes estudiados

Grupo	PCPCS	Edad (meses)	Sexo	PRISM	Duración de la sumersión/RCP (min)	pH	EB	Glucemia (mg%)	Lactato (mmol/l)	Bicarbonato (mEq/l)	Lugar del accidente
1	1	14	Femenino	1,43%	<10/<5	7,2	-15	91	1,2	11,7	Pileta
1	1	18	Masculino	8,41%	<10/<5	7,22	-9,5	201	4,07	17,9	Pileta
1	1	12	Femenino	7,14%	-/10	7,14	-19	39		10	Pileta
1	1	16	Femenino	7,01%	<10/<5	7,29	-13	203	5,59	11,7	Pileta
1	2	118	Masculino	16,17%	>10/<5	7,24	-17	163	1,2	14,2	Pileta
2	4	61	Femenino	67,02%	-/25	7,21	-20	393	7,52	15,6	Pileta
2	4	12	Femenino	42,85%	-/15	6,97	-23	365		8,7	Balde
2	4	29	Masculino	70,45%	>10/15	6,97	-22	296	6,9	9,5	Pileta
3	6	27	Masculino	93,95%	-/40	6,74	-29	424	20,01	5,7	Pileta
3	6	21	Masculino	98,23%	-/30	6,54	-33	331	19,5	6,2	Pileta
3	6	15	Femenino	98,28%	-/30	6,88	-22	455	14,29	11,6	Pileta

PCPCS = *Pediatric Cerebral Performance Categorization Scale*; PRISM = *Probability Risk Infant Score Mortality*; RCP = reanimación cardiopulmonary; EB = exceso de base.

TABLA 3
Marcadores pronósticos al ingresar en la UCIP de niños ahogados en paro cardiorrespiratorio

Marcadores al ingresar	Grupo 1 (PCPCS 1, 2 y 3) n = 5 (3 varones y 2 niñas) Edad promedio: 35 meses	Grupo 2 (PCPCS 4 y 5) n = 3 (2 varones y 1 niña) Edad promedio: 34 meses	Grupo 3 (PCPCS 6) n = 3 (1 varón y 2 niñas) Edad promedio: 21 meses
Promedio del puntaje PRISM	8,03% (rango 1,43-16,17)	60,11% (rango 42,85-70,45)	96,82% (rango 93,95-98,28)
Promedio de glucemia plasmática (mg%)	139 (rango 39-203)	357 (rango 312-393)	403 (rango 331-455)
Promedio de ácido láctico plasmático (mmol/l)	3 (rango 1,2-5,59)	7,2 (rango 6,9-7,5)	17,9 (rango 14,2-20,1)
Promedio del pH sanguíneo	7,21 (rango 7,14-7,29)	7,05 (rango 6,97-7,21)	6,72 (rango 6,54-6,88)
Promedio del bicarbonato plasmático (mmol/l)	13,1 (rango 10-17,9)	11,26 (rango 8,7-15,6)	7,83 (rango 5,7-11,6)
Promedio de exceso de base	-14,74 (rango -9,5/-17,1)	-21,87 (rango -20,3/-23,3)	-28 (rango -22/-33)

■ Identificación de marcadores tempranos de mala evolución neurológica en niños ahogados que presentaron paro cardiorrespiratorio

Seis pacientes (54,54%) tenían glucemias >300 mg% (grupos 2 y 3) y 5 niños (45,45%), ≤300 mg% (grupo 1).

El cálculo del puntaje PRISM constituyó el patrón de referencia de los factores predictivos de mortalidad y demostró una relación directamente proporcional a la PCPCS, fue más bajo en el grupo 1 (rango 1,43-16,17%) y más elevado en los grupos 2 y 3 (rango 42,85-98,28%). El puntaje PRISM podría llegar a utilizarse como marcador global pronóstico temprano de evolución neurológica.

En el grupo de peor pronóstico, el ácido láctico fue >6 mmol/l al ingresar y los valores de glucemia fueron >300 mg% (RR 11,14; p 0,075). Con respecto al puntaje PRISM, se observó una p 0,13 para la diferencia entre los grupos 1 y 2; y una p 0,029 para la diferencia entre los grupos 1 y 3. La falta de significación estadística entre los grupos 1 y 2 podría deberse al escaso número de pacientes.

Tres niños (27,27%) sufrieron daño neurológico grave (grupo 2). Otros tres pacientes presentaron signos clínicos de muerte encefálica y fallecieron en las primeras horas de la internación.

Discusión

En nuestra serie de casos, observamos una mayor prevalencia de ahogamientos en niñas (n = 6) y en la franja etaria de menores de 5 años (n = 10).

En el momento del hecho, todos los niños estaban siendo supervisados por sus padres o familiares mayores de edad. Estos casos ocurrieron en piletas de hogares que no presentaban cerco perimetral. El método de supervisión de los niños a través de la visualización directa permanente es el más eficaz y menos costoso. Es imprescindible en lactantes y niños pequeños, y debe estar a cargo de un cuidador responsable >18 años, en condiciones físicas e intelectuales para socorrer. Una pileta segura debe contener un cerco perimetral completo con barrotes verticales separados por una distancia máxima de 10 cm, sin barrotes transversales que le permitan al niño trepar.⁷ El cerco debe tener una puerta única con un mecanismo de apertura-cierre no accionable por niños pequeños.^{7,8}

Los 11 niños que ingresaron en nuestra UCIP con diagnóstico de ahogamiento y paro cardiorrespiratorio fueron divididos en tres grupos según la PCPCS y se analizaron diferentes variables. Los niveles plasmáticos de glucemia ≥300 mg%, los valores de ácido láctico ≥6 mmol/l, el exceso de base ≥-20, el pH ≤7,20 y la sumersión ≥10 min tuvieron una asociación estadísticamente significativa con sufrir secuelas neurológicas graves.

La mortalidad fue del 27,27% (tres pacientes), ninguno de estos niños recibió reanimación cardiopulmonar al momento del rescate del agua en su hogar.

Sólo tres recibieron maniobras de reanimación cardiopulmonar en el lugar de los acontecimientos, todos pertenecientes al grupo 1. Entre los supervivientes, tres niños (27,27%) sufrieron daño neurológico grave, pertenecían al grupo 2 (PCPCS 4 y 5).

Se pudo determinar que el tiempo de sumersión fue ≥10 min en dos pacientes. En seis historias clínicas, no se mencionaba el tiempo de sumersión, porque los familiares no pudieron precisararlo.

En 1988, el PRISM fue publicado con los datos obtenidos de nueve UCIP de los Estados Unidos, determinando la probabilidad de óbito sobre la base del análisis de 14 variables fisiológicas que recogen el peor valor en las primeras 24 horas de ingreso en los cuidados intensivos.⁹ En 1994, se actualizó (PRISM III) y analiza 17 variables que recogen el peor valor de las primeras 12 horas de ingreso en la UCIP.¹⁰ Se asume que los puntajes más altos implican mayor gravedad y riesgo de fallecer. En nuestra serie, el puntaje PRISM demostró una relación directamente proporcional a la PCPCS, fue más bajo en el grupo 1 (rango 1,43-16,17%) y más elevado en los grupos 2 y 3 (rango 42,85-98,28%), por lo que podría llegar a utilizarse como marcador pronóstico temprano de evolución neurológica.

Independientemente del tiempo transcurrido hasta el inicio de la terapia de rescate cardiorrespiratoria eficaz, es decisivo mantener maniobras de reanimación cardiopulmonar hasta la recuperación del ritmo cardíaco o hasta la llegada al ámbito hospitalario.¹¹ Los primeros minutos junto a la víctima son decisivos, el rescate debe ser rápido y efectivo. El aprendizaje de la comunidad de técnicas de reanimación cardiopulmonar es de enorme importancia para reducir al mínimo las consecuencias del ahogamiento. Las guías de reanimación cardiopulmonar pediátrica de la *American Heart Association*, de 2010 y su revisión actualizada en 2015 han enfatizado la importancia de un adecuado masaje cardíaco mediante la secuencia CAB (*C [circulation]* incluyen las compresiones torácicas, *A [airway]* que implica la apertura o liberación de las vías aéreas y *B [breathing]* la iniciación de la ventilación artificial).¹

Durante el traslado, en ningún momento, se debe descuidar al paciente. Las víctimas de ahogamiento suelen ser sujetos previamente sanos y su adecuado traslado a un centro de complejidad puede redundar en beneficios de muchas vidas en la lista de espera de trasplantes de órganos y tejidos.¹

La hipoxia es la principal responsable de la cadena de complicaciones que produce falta de oxígeno fundamentalmente en el sistema nervioso central que terminará impactando en el sistema cardiovascular y, finalmente, en todos los órganos. Las áreas más afectadas del sistema nervioso central son la corteza, los núcleos de la base, el hipocampo y el cerebelo.^{1,2,12} La magnitud de la lesión hipóxica, el tiempo de su-

mersión y la instauración rápida de un tratamiento eficaz son factores determinantes en la evolución de la víctima.^{1,2,13} Pueden ocurrir arritmias cardíacas, como fibrilación ventricular o actividad eléctrica sin pulso, debido a la hipoxia que sufren las células cardíacas responsables de la generación y transmisión del estímulo eléctrico, configurando un peor pronóstico.

En nuestra serie, no se han asociado episodios de traumatismos ni cuadros médicos agravantes, como epilepsia o el uso de drogas ilícitas.

Existen diferentes estudios descriptivos que detallan los siguientes factores como de mal pronóstico: una inmersión >10 min, reanimación cardiopulmonar durante más de 25 min, paro cardiorrespiratorio, fibrilación ventricular, pupilas fijas, acidosis pronunciada y puntaje en la escala de coma de Glasgow <4/15 al llegar al Servicio de Urgencias y ausencia de movimientos espontáneos después de las primeras 24 horas.^{1,2,12}

Conclusiones

El ahogamiento por sumersión es un cuadro con alta morbimortalidad en niños <5 años. En esta serie, hemos observado que se asocian con mal pronóstico la sumersión >10 min, una glucemia plasmática >300 mg% y un nivel de ácido láctico >6 mmol/l al ingresar en la UCIP. Estos marcadores han sido de diferencia significativa entre los grupos con secuelas neurológicas leves y graves.

La tarea educativa del pediatra en todos sus ámbitos de actuación es relevante. La mayoría de las muertes y lesiones en los niños pequeños son el resultado de una supervisión inadecuada o de falla en mecanismos de protección que seguramente hubieran evitado el desenlace. Pese a ello, no hay iniciativas generales de prevención de los ahogamientos.

Bibliografía

1. Berg M, Schexnayder SM, Chameides L, et al. Part 13. Pediatric Basic Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122: S862-875.
2. Kleinman M, Chameides L, Schexnayder SM, et al. Part 14. Pediatric Advanced Life Support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010; 122: S876-908.
3. Waisman I. Programa Nacional de Actualización Pediátrica (PRONAP) 2013. Prevención de lesiones de 0 a 3 años. Módulo 2. Capítulo 1, págs. 9-36.
4. Zuckerbraun N, Saladino R. Pediatric drowning: current management strategies for immediate care. *Clin Pediatr Emerg Med* 2005; 6(1): 49-56.
5. Fiser DH. Assessing the outcome of pediatric intensive care. *J Pediatr* 1992; 121(1): 68-74.
6. Zuckerman GB, Gregory PM, Santos-Damiani SM. Predictors of death and neurologic impairment in pediatric submersion injuries. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998; 152(2): 134-140.
7. Consenso Nacional de Prevención del Ahogamiento. "El niño y el agua". 1a parte. Sociedad Argentina de Pediatría, Subcomisión de Prevención de Accidentes. *Arch Argent Pediatr* 2009; 107(3): 271-276.
8. Brenner RA. Prevention of drowning in infants, children and adolescents. *Pediatrics* 2003; 112 (2): 440-445.
9. Pollack MM, Ruttimann UE, Geston PR. Pediatric risk of mortality score (PRISM). *Crit Care Med* 1988; 16: 1110-1116.
10. Pollack MM, Patel KM, Ruttimann UE. The Pediatric Risk of Mortality III Acute Physiology Score (PRISM III): a method of assessing physiologic instability for pediatric intensive care unit patients. *J Pediatr* 1997; 131: 575-581.
11. Quan L, Kinder D. Pediatric submersions: prehospital predictors of outcome. *Pediatrics* 1992; 90(6): 909-913.
12. Ibsen LM, Koch T. Submersion and asphyxia injury. *Crit Care Med* 2002; 30(11 Suppl): 402-408.
13. Orłowski JP, Szpilman D. Drowning: rescue, resuscitation and reanimation. *Pediatr Clin North Am* 2001; 48 (3): 627-646.