



**Universitat**  
de les Illes Balears

**TESIS DOCTORAL**

**2023**

**AHOGAMIENTOS GRAVES EN  
CUIDADOS INTENSIVOS  
PEDIÁTRICOS**

**Alberto Salas Ballestín**





**Universitat**  
de les Illes Balears

**TESIS DOCTORAL**  
2023

Programa de Doctorado en Investigación Traslacional en  
Salud Pública y Enfermedades de Alta Prevalencia

**AHOGAMIENTOS GRAVES EN CUIDADOS INTENSIVOS  
PEDIÁTRICOS**

**Alberto Salas Ballestín**

Director: Dr. Joan Figuerola Mulet

Tutor: Dr. Borja García-Cosío Piqueras

Doctor por la Universitat de les Illes Balears



Como resultado de la investigación llevada a cabo durante la elaboración de esta tesis doctoral se han derivado las siguientes publicaciones, protocolos y comunicaciones a congresos (incluidas en el anexo 4):

1. Salas Ballestín A, de Carlos Vicente JC, Frontera Juan G, Sharluyan Petrosyan A, Reina Ferragut CM, González Calvar A, Clavero Rubio MDC, Fernández de la Ballina A. Prognostic Factors of Children Admitted to a Pediatric Intensive Care Unit After an Episode of Drowning. *Pediatr Emerg Care*. 2021;37: e192-195. doi: 10.1097/PEC.0000000000001554.
2. Salas Ballestín A, Frontera Juan G, Sharluyan Petrosyan A, Chocano González E, Figuerola Mulet J, De Carlos Vicente JC. Drowning accidents in a Spanish pediatric intensive care unit: An observational study over 29 years. *Pediatr Emerg Care*. 2021 Dec PAP. doi: 10.1097/PEC.0000000000002583.
3. Protocolo de ahogamiento. Alberto Salas Ballestín<sup>(1)</sup>, Rosalía Pérez Hernández<sup>(2)</sup>, Daniel Palanca Arias<sup>(3)</sup>. (1) UCIP. Hospital Universitario Son Espases. Palma de Mallorca. (2) UCIP. Hospital Universitario de Canarias. Tenerife. (3) UCIP. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. Grupos de trabajo de Politrauma y Transporte de la SECIP. Disponible en: <http://secip.info/images/uploads/2020/07/Ahogamiento.pdf>
4. Ahogamiento. Salas Ballestín A, Pérez Hernández R, Palanca Arias D. Ahogamiento. *Protoc diagn ter pediatr*. 2021;1:713-24. *Protocolos AEP*. ISSN 2171-8172. Disponible en: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/49\\_ahogamiento.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/49_ahogamiento.pdf)
5. Infecciones respiratorias precoces de pacientes intubados ingresados en una UCIP tras ahogamiento. Salas Ballestín, A; De Carlos Vicente, JC; Sharluyan Petrosyan, A; Chocano González, E; Reina Ferragut, C; González Calvar, A; Clavero Rubio, MDC.; Cocostegui García, P. 35 Congreso Nacional de la SECIP.
6. Salas Ballestín A, De Carlos Vicente JC, Álvarez Franco JM, Sharluyan Petrosyan A, Chocano González E, Fernández de la Ballina A, Cocostegui García P. Análisis epidemiológico de los ahogamientos graves de niños en Baleares (2010 – 2019). Resultados preliminares. XIX Reunión anual de la SOPEBA. Ibiza 15 y 16 de octubre de 2021.



*A mis padres, Joaquín y Fina, que me transmitieron los valores que me han traído hasta aquí.*

*A Juan Carlos De Carlos, Joan Figuerola, Guillem Frontera y el resto de los compañeros, maestros y personas especiales que durante estos años han ayudado de una u otra forma a que esta tesis saliera adelante.*

*A todos los niños a los que intentamos curar o ayudar y de los que sigo aprendiendo cada día.*

*Y a Daniela, Alejandra y Adriana, que hacen que todo sea posible...*





**ABREVIATURAS**

AAP: Academia Americana de Pediatría (American Academy of Pediatrics).

a.C.: Antes de Cristo.

AESP: Actividad Eléctrica Sin Pulso.

AHA: American Heart Association.

ALT: Alanin Aminotransferasa.

AST: Aspartato Aminotransferasa.

AVPN: Escala Alerta, respuesta Verbal, respuesta al dolor (Pain), No respuesta.

CDC: Centers for Disease Control.

CID: Coagulación Intravascular Diseminada.

COI: Comité Olímpico Internacional.

CPC: Cerebral Performance Categories.

CSPLI: Comité de Seguridad y Prevención de Lesiones No Intencionadas en la Infancia de la Asociación Española de Pediatría.

DE: Desviación Estándar.

DESA: Desfibrilador Semiautomático.

EB: Exceso de Base.

ECG: Escala de Coma de Glasgow (GCS: Glasgow Coma Scale).

EKG: Electrocardiograma.

ECMO: Oxigenación por Membrana Extracorpórea.

ERC: European Resuscitation Council.

ETCO<sub>2</sub>: End tidal CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> al final de la espiración).

ETN: Enfermedad Traumática en el Niño.

FC: Frecuencia Cardíaca.

FIS: Fédération Internationale de Sauvetage.

FR: Frecuencia Respiratoria.

FV: Fibrilación Ventricular.

GBD: Global Burden of Disease.

GRADE: Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation.

IBESTAT: Instituto de Estadística de las Islas Baleares.

IC 95%: Intervalo de confianza 95%.

ILCOR: International Liaison Committee on Resuscitation.

ILSF: International Live Saving Federation.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

IRA: Insuficiencia Renal Aguda.

IQR: Rango intercuartílico.

lpm: litros por minuto.

mmHg: milímetros de mercurio.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONG: Organización No Gubernamental.

OR: Odds Ratio.

PaCO<sub>2</sub>: Presión arterial de CO<sub>2</sub>.

PAO<sub>2</sub>: Presión alveolar de oxígeno.

PaO<sub>2</sub>: Presión arterial de oxígeno.

PCPC: Pediatric Cerebral Performance Categories.

PCR: Parada Cardio-Respiratoria.

PCT: Procalcitonina.

PEEP: Positive End Expiratory Pressure.

PIC: Presión intracraneal.

PRECISE: Prevention of Child Injuries through Social-Intervention and Education.

RCP: Reanimación Cardiopulmonar.

RLSS: Royal Life Saving Society.

RM: Resonancia Magnética.

RNLI: Royal National Lifeboat Institution.

RoSPA: Royal Society for the Prevention of Accidents.

RR: Riesgo Relativo.

SatO<sub>2</sub>: Saturación de oxígeno.

SDRA: Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo.

T<sup>a</sup>: Temperatura.

TA: Tensión Arterial.

TC: Tomografía Computerizada.

UCIP: Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos.

UE: Unión Europea.

UIB: Universitat de les Illes Balears.

UK: Reino Unido.

USA: Estados Unidos de América.

VNI: Ventilación no Invasiva.

VM: Ventilación Mecánica.

WCOD: World Congress on Drowning.

WLS: World Life Saving.



## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>17</b>
<b>RESUM</b>	<b>21</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>25</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>29</b>
<b>1.1. HISTORIA</b>	<b>31</b>
<b>1.2. DEFINICIÓN Y FISIOPAGOLOGÍA DEL AHOGAMIENTO</b>	<b>34</b>
1.2.1. El estilo Utstein	36
1.2.2. Resultados neurológicos	40
<b>1.3. EPIDEMIOLOGÍA</b>	<b>41</b>
1.3.1. Mortalidad y morbilidad	41
1.3.2. Factores predisponentes dependientes del sujeto	42
1.3.2.1. Sexo	42
1.3.2.2. Edad	43
1.3.2.3. Estatus socioeconómico	44
1.3.2.4. Alcohol y drogas	44
1.3.2.5. Epilepsia	44
1.3.2.6. Patología cardíaca	44
1.3.2.7. Trastornos del espectro autista	45
1.3.2.8. Hipoglucemia	45
1.3.3. Factores predisponentes dependientes del entorno	45
1.3.3.1. Domicilio y alrededores	45
1.3.3.2. Masas abiertas de agua	45
1.3.3.3. Aspectos climatológicos y geográficos	46
1.3.4. Diferencias culturales y raciales	46
1.3.5. Distribución geográfica	47
1.3.6. Ocio y turismo	50
1.3.7. Deportes y actividades de riesgo	51
1.3.8. Accidentes con elementos de las piscinas	52
1.3.9. Accidentes de tráfico	52
1.3.10. Suicidios	53
1.3.11. Homicidios	53
1.3.12. Accidentes de embarcaciones	54
<b>1.4. RESCATE Y REANIMACIÓN</b>	<b>54</b>
1.4.1. Rescate en un ahogamiento	54
1.4.2. Reanimación cardiopulmonar	57
1.4.2.1. Prevención de la parada cardíaca.	57
1.4.2.2. Parada cardíaca	58
1.4.2.2.1. Soporte vital básico	58
1.4.2.2.2 Soporte vital avanzado	61
<b>1.5. PRONÓSTICO</b>	<b>64</b>
1.5.1. Edad	64
1.5.2. Tiempo de respuesta de los Sistemas de Emergencias Médicas	65
1.5.3. Tipo de agua (dulce o salada)	65
1.5.4. Tiempo de inmersión	65
1.5.4.1. Tiempo de inmersión corto ( $\leq 5 - 6$ minutos)	65
1.5.4.2. Tiempo de inmersión intermedio ( $\leq 10 - 15$ minutos)	65
1.5.4.3. Tiempo de inmersión prolongado ( $\leq 10 - 25$ minutos)	66
1.5.5. Temperatura del agua	66
1.5.5.1. Temperatura del agua $< 0 \geq 6 - 8$ °C	66
1.5.5.2. Temperatura del agua $< 0 \geq 15 - 17$ °C	66
1.5.6. Presencia de un testigo durante el ahogamiento	67

1.5.7. Otros factores pronósticos	67
1.5.7.1. Escala de Orlowski	67
1.5.7.2. Estado de las pupilas	68
1.5.7.3. Escala de coma de Glasgow	68
1.5.7.4. Submersion Outcome Score	68
1.5.7.5. Escala de Szpilman	69
1.5.7.6. Duración de la RCP	69
1.5.7.7. Realización de RCP básica por testigos	69
1.5.7.8. Estado hemodinámico y neurológico inicial	70
1.5.7.9. Parada cardíaca o respiratoria	70
1.5.7.10. Lugar del ahogamiento	71
1.5.7.11. Día de la semana	71
1.5.7.12. Neumonía aspirativa precoz	71
1.5.7.13. Edema cerebral y encefalopatía hipóxico-isquémica	72
1.5.7.14. Fracaso respiratorio o SDRA	72
1.5.7.15. Insuficiencia renal aguda	72
1.5.7.16. Necesidad de ECMO	72
1.5.7.17. Procedimientos de cuidados intensivos	72
1.5.7.18. Transporte desde otro centro	72
1.5.7.19. Tiempo de traslado	73
1.5.7.20. Alteraciones bioquímicas	73
1.5.7.21. Presencia de vómitos	73
<b>1.6. PREVENCIÓN</b>	<b>73</b>
1.6.1. Barreras para controlar el acceso al agua	76
1.6.1.1. Vallas	76
1.6.1.2. Parques	77
1.6.1.3. Barreras en las puertas	77
1.6.1.4. Cubrir pozos, tanques y cisternas	77
1.6.1.5. Coberturas de piscinas	77
1.6.2. Ofrecer lugares seguros	77
1.6.3. Enseñar natación y competencias acuáticas a los niños en edad escolar	78
1.6.4. Gestionar los riesgos de inundación	81
1.6.5. Formar a las personas del entorno en rescates y reanimación	81
1.6.6. Establecer reglamentos para las embarcaciones	81
1.6.7. Supervisión	82
1.6.8. Señalización en playas y piscinas	82
1.6.9. Sistemas de flotabilidad personal	83
1.6.10. Evitar el alcohol y otras drogas	83
1.6.11. Socorristas	83
1.6.12. Sistemas de seguridad en elementos de piscinas	84
1.6.13. Adecuar la percepción del riesgo mediante campañas de difusión	84
1.6.14. Vehículos aéreos no tripulados (drones)	85
1.6.15. Recomendaciones a las familias	85
1.6.16. Intervenciones a nivel estatal y autonómico	87
1.6.16.1. Normativa vigente	87
1.6.16.2. Intervenciones propuestas por el CSPLI	88
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>89</b>
<b>2.1. OBJETIVO PRINCIPAL</b>	<b>91</b>
<b>2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS</b>	<b>91</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>93</b>
<b>3.1. HIPÓTESIS</b>	<b>95</b>
<b>3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO</b>	<b>95</b>
<b>3.3. ARCHIVO DE LOS REGISTROS Y VARIABLES</b>	<b>96</b>
<b>3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>99</b>

<b>3.5. ÉTICA</b>	<b>99</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>101</b>
<b>4.1. ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO</b>	<b>103</b>
4.1.1. ORIGEN O LUGAR DE RESIDENCIA	103
4.1.2. SEXO	107
4.1.3. EDAD	108
4.1.4. FECHA	109
4.1.5. RESULTADO NEUROLÓGICO	110
4.1.6. LUGAR DEL AHOGAMIENTO	115
4.1.7. CAUSA	115
4.1.8. TIPO DE REANIMACIÓN	116
<b>4.2. FACTORES PRONÓSTICOS</b>	<b>118</b>
4.2.1. PRESENCIA DEL AHOGAMIENTO	121
4.2.2. PUNTUACIÓN EN LA ESCALA DE COMA DE GLASGOW	121
4.2.3. PUPILAS	121
4.2.4. pH	121
4.2.5. TIPO DE RCP	121
4.2.6. NATREMIA	126
4.2.7. HIPOTERMIA TERAPÉUTICA	126
4.2.8. INFECCIÓN RESPIRATORIA PRECOZ	127
4.2.9. TIPO DE TRASLADO	130
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>133</b>
<b>5.1. EPIDEMIOLOGÍA</b>	<b>135</b>
<b>5.2. PRONÓSTICO</b>	<b>138</b>
<b>5.3. PREVENCIÓN</b>	<b>142</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>149</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>153</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>173</b>
ANEXO 1. ÍNDICE DE FIGURAS	175
ANEXO 2. ÍNDICE DE TABLAS	177
ANEXO 3. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS PARA EL ESTUDIO	179
ANEXO 4. PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA INVESTIGACIÓN	191





## **RESUMEN**



Los ahogamientos son uno de los accidentes que ocurren con mayor frecuencia en el mundo. Suponen un problema de salud pública, probablemente subestimado. A pesar de las iniciativas llevadas a cabo para la prevención, reanimación y tratamiento de esta patología, no está claro el beneficio obtenido.

El objetivo principal de esta investigación es definir cual o cuales son los factores que definen el pronóstico de gravedad de los niños tras un ahogamiento, para buscar áreas de mejora en su tratamiento y prevención. Los objetivos secundarios son: describir las características demográficas y epidemiológicas de los niños que han sufrido un ahogamiento grave (que precisó ingreso en UCIP) durante este periodo en Baleares; comprobar si, con los distintos métodos de prevención aplicados a lo largo del tiempo, se ha producido un descenso del número o gravedad de este tipo de accidentes y revisar las medidas preventivas que podrían resultar más eficaces en este grupo de población.

Se llevó a cabo un estudio observacional prospectivo descriptivo de los niños ingresados en la UCIP de referencia de la comunidad desde 1991 hasta 2019, analizando factores demográficos, tipo de reanimación, situación clínica, analítica y radiológica inicial, así como su evolución.

Resultados: la necesidad de RCP avanzada con administración de adrenalina intravenosa, en la escena del accidente, predice con gran precisión un resultado neurológico deficiente (encefalopatía grave o muerte). La fiabilidad de otros factores pronósticos asociados a mal resultado neurológico (como la no presencia de testigos durante el ahogamiento, el pH inferior a 7,10 al ingreso, la puntuación en la ECG menor de 5 puntos sobre 15, o la exploración física con pupilas midriáticas arreactivas) varía en función del tipo de reanimación requerida. Los pacientes con mayor afectación, que requirieron medidas de reanimación más intensivas, tuvieron menor temperatura, puntuación en la ECG y valores de bicarbonato y pH, así como mayores niveles de glucosa en sangre al ingreso, tuvieron una mayor incidencia de convulsiones, SDRA, deterioro hemodinámico e insuficiencia renal durante su evolución.

En Baleares el ahogamiento grave en menores de 15 años que precisan ingreso en UCIP ocurre fundamentalmente en niños de 1 a 5 años, que no saben nadar, que escapan de la supervisión familiar, en piscinas públicas, durante los meses de verano y principalmente afecta a la población turística. Durante el período de estudio no se ha observado una disminución absoluta significativa de los ahogamientos que precisaron ingreso en UCIP, aunque sí que pudo haber una disminución relativa a la población residente, turística y por número de piscinas. En todo caso, las medidas de seguridad actuales son insuficientes para prevenir este tipo de accidentes. La medida más útil para evitar ahogamientos graves continúa siendo la supervisión adecuada por un adulto que sepa nadar, con capacidad para realizar un rescate y a una distancia que permita prestar ayuda de forma inmediata. Las recientes iniciativas en nuestro medio para optimizar la enseñanza generalizada de maniobras de RCP básica a la población escolar todavía deben ser evaluadas. Se debe seguir insistiendo en la generalización de programas de aprendizaje de natación, adaptados a la edad. La concienciación de la población con campañas de difusión mediante distintos canales, tanto a residentes como fundamentalmente a turistas, enfocada principalmente a los meses de verano y en las

piscinas públicas, podría mejorar el nivel de alerta sobre el riesgo de ahogamiento en la población infantil. Deben optimizarse medidas, como la instalación de vallas (útil sobre todo para la población de residentes, que sufren ahogamientos con una edad mediana inferior e incluso fuera del periodo estival) y la información que se ofrece a las familias y niños por parte de los pediatras.

## RESUM



Els ofegaments són un dels accidents que tenen lloc amb més freqüència al món. Suposen un problema de salut pública, probablement subestimat. Tot i les iniciatives dutes a terme per a la prevenció, la reanimació i el tractament d'aquesta patologia, no és clar el benefici obtingut.

L'objectiu principal d'aquesta recerca és definir quins són els factors que defineixen el pronòstic de gravetat dels nens després d'un ofegament, per cercar àrees de millora en el tractament i la prevenció. L'objectiu secundari és descriure les característiques demogràfiques i epidemiològiques dels nens que han patit un ofegament greu (que va necessitar ingrés a UCIP) durant aquest període a les Balears per comprovar si, amb els diferents mètodes de prevenció aplicats al llarg del temps, produït un descens del nombre o la gravetat d'aquest tipus d'accidents i analitzar les mesures preventives que podrien resultar més eficaços en aquest grup de població.

Es va dur a terme un estudi observacional prospectiu descriptiu dels nens ingressats a la UCIP de referència de la comunitat des del 1991 fins al 2019, analitzant factors demogràfics, tipus de reanimació, situació clínica, analítica i radiològica inicial, així com la seva evolució.

Resultats, la necessitat de RCP avançada a l'escena de l'accident, amb administració d'adrenalina intravenosa, en nens ofegats, prediu un resultat neurològic deficient (encefalopatia greu o mort) amb gran fiabilitat. La fiabilitat d'altres factors pronòstics associats amb mal resultat neurològic (com la no presència de testimonis durant l'ofegament, el pH inferior a 7,10 a l'ingrés, la puntuació a l'ECG menor de 5 punts sobre 15, o l'exploració física amb pupil·les midriàtiques arreactives) queda emmascarada pel tipus de reanimació requerida. Es confirma que els pacients més malalts, que van requerir mesures de reanimació més intensives, van tenir menor temperatura, puntuació a l'ECG i valors de bicarbonat i pH, així com majors nivells de glucosa en sang a l'ingrés. També van tenir més incidència de convulsions, SDRA, deteriorament hemodinàmic i insuficiència renal durant la seva evolució.

A les Balears l'ofegament greu en menors de 15 anys que necessiten ingrés a UCIP passa fonamentalment en nens petits (d'1 a 5 anys), que no saben nedar, que fugen de la supervisió familiar, a piscines públiques, durant els mesos d'estiu i principalment afecta la població turística. No s'ha observat una disminució absoluta significativa dels ofegaments greus que van necessitar ingrés a UCIP, encara que sí que hi va haver una disminució relativa a la població resident, turística i per nombre de piscines. En tot cas, les mesures de seguretat actuals són insuficients. La mesura més útil al nostre entorn continua sent la supervisió adequada per un adult que sàpiga nedar, amb capacitat per fer un rescat ia una distància que permeti prestar ajuda de forma immediata. Les iniciatives recents en el nostre medi per optimitzar l'ensenyament generalitzat de maniobres de RCP bàsica a la població escolar encara han de ser avaluades. Una altra mesura en què cal continuar insistint és la generalització dels programes d'aprenentatge de natació i competències de seguretat a l'aigua, adaptats a l'edat. És possible que la conscienciació de la població amb campanyes de difusió mitjançant diferents canals, tant a residents com fonamentalment a turistes, enfocada principalment als mesos d'estiu i als establiments amb piscines públiques, pogués millorar el nivell d'alerta sobre

el risc d'ofegament a la població infantil. Hi ha mesures que es poden optimitzar, com la instal·lació de tanques (útil sobretot per a la població de residents, que pateixen ofegaments amb una edat mitjana inferior i fins i tot fora del període estival) i la informació que s'ofereix a les famílies i nens per part dels pediatres.



## **ABSTRACT**



Drowning is one of the most frequently occurring accidents in the world. They represent a public health problem, probably underestimated. Despite the initiatives carried out for the prevention, resuscitation and treatment of this pathology, the benefit obtained is not clear.

The main objective of this research is to define which are the factors that define the prognosis of severity in children after drowning, in order to look for areas of improvement in its treatment and prevention. The secondary objective is to describe the demographic and epidemiological characteristics of children who have suffered a severe drowning (requiring admission to the PICU) during this period in the Balearic Islands to check whether, with the different prevention methods applied over time, there has been a decrease in the number or severity of this type of accident and to analyze the preventive measures that could be most effective in this population group.

A prospective descriptive observational study of children admitted to the community reference PICU from 1991 to 2019 was carried out, analyzing demographic factors, type of resuscitation, initial clinical, analytical and radiological situation, as well as their evolution.

According to the results obtained, the need for advanced CPR at the scene of the accident, with administration of intravenous adrenaline, in drowning children, predicts a poor neurological outcome (severe encephalopathy or death) with high reliability. The reliability of other prognostic factors associated with poor neurological outcome (such as no witnesses present during drowning, pH less than 7.10 on admission, ECG score less than 5 points out of 15, or physical examination with an unreactive mydriatic pupil) is masked by the type of resuscitation required. It is confirmed that sicker patients, who required more intensive resuscitation measures, had lower temperature, ECG score, and bicarbonate and pH values, as well as higher blood glucose levels on admission. They also had a higher incidence of seizures, ARDS, hemodynamic deterioration, and renal failure during their evolution.

In the Balearic Islands, severe drowning in children under 15 years of age requiring admission to the PICU occurs mainly in young children (1 to 5 years of age), who do not know how to swim, who escape family supervision, in public swimming pools, during the summer months and mainly affects the tourist population. No significant absolute decrease in serious drowning requiring admission to the PICU has been observed, although there may have been a decrease relative to the resident population, the tourist population, and the number of swimming pools. In any case, current safety measures are insufficient to prevent this type of accident. The most useful measure to prevent serious drowning in our environment continues to be adequate supervision by an adult who can swim, with the ability to perform a rescue and at a distance that allows immediate help to be provided. Recent initiatives in our setting to optimize the widespread teaching of basic CPR maneuvers to the school population have yet to be evaluated. Another measure that should continue to be emphasized is the generalization of age-appropriate programs for learning swimming and water safety skills. It is possible that raising public awareness with dissemination campaigns through different channels, both to residents and mainly to tourists, focused mainly on the

summer months and in establishments with public swimming pools, could improve the level of alert on the risk of drowning in the child population. There are measures that can be optimized, such as the installation of fences (useful especially for the resident population, which suffers drowning at a lower median age and even outside the summer period) and the information offered to families and children by pediatricians.

## **I. INTRODUCCIÓN**



## I. INTRODUCCIÓN.

---

Los ahogamientos son uno de los accidentes que ocurren con mayor frecuencia en el mundo. Suponen un problema de salud pública, probablemente subestimado, con datos difíciles de conseguir o poco fiables, sobre todo en aquellos casos no fatales. A pesar de las iniciativas globales llevadas a cabo en los últimos años para la prevención, reanimación y tratamiento de esta patología, no está claro el beneficio obtenido.

### 1.1. HISTORIA

Las actividades como el baño y la natación se llevan a cabo desde tiempos remotos. Por tanto la historia de los ahogamientos corre paralela a la de la misma humanidad y, desde que esta evolucionó a la vida en comunidad, existen descritos casos de ayuda o rescate en situaciones de peligro o amenaza (1,2).

Los primeros indicios de habilidades natatorias en humanos datan de en torno a 4500 a.C., ya que en la llamada “cueva de los nadadores”, en el desierto del Sahara, existen pinturas rupestres representando esta actividad. Las primeras civilizaciones surgieron en torno a los grandes ríos (Indo, Tigris, Nilo y Éufrates), por lo que era inevitable el contacto con el agua. Esta habilidad se utilizaba para cruzar ríos o masas acuáticas cuando no se disponía de puentes o embarcaciones, escapar de inundaciones u otras catástrofes naturales. Algunas civilizaciones, como los asirios o los egipcios, idearon prácticas como nadar con pieles de animal llenas de aire para facilitar la flotabilidad. Las habilidades en esta práctica han ido evolucionando con el paso de los años. En Babilonia y la antigua Grecia se tenía la creencia de que el alma de un fallecido tras un ahogamiento no encontraba el descanso, por lo que disponer de habilidades natatorias era considerado importante (1). En textos como la Biblia o el Talmud ya se describen técnicas de reanimación mediante la exhalación de aire sobre el accidentado (2,3).

El sentido del baño ha variado a lo largo de la historia en función de las culturas predominantes en cada época. En las culturas antiguas significaba limpieza y purificación, sobre todo en las orientales. En las antiguas Grecia y Roma se le daba un sentido de relajación. Hacia la Edad Media los baños públicos se comenzaron a considerar lugares impuros por lo que la gente que se consideraba respetable no los frecuentaba, sin prestar demasiada importancia a la higiene, incluso considerándose que podía diseminar enfermedades. Sin embargo, es en torno al siglo XIII cuando se empezaron a conocer los efectos beneficiosos del baño en cuanto a la higiene y salud pública (1).

En Occidente, durante la Edad Media, tras la caída del imperio romano, disminuyó el interés por las habilidades acuáticas y aún más sobre los rescates de ahogados (1). En 1538 se publica el primer libro específico sobre técnicas de natación y reanimación a ahogados: “*Colymbetes, sive de arte natandi*”, por Nicolaus Wijnman (2).

Mientras tanto en Oriente continúa el interés por esta actividad. En Japón, hay textos que describen como en torno a 1600 se fundó la primera organización nacional de natación y la asignatura se impartía en las escuelas (4).

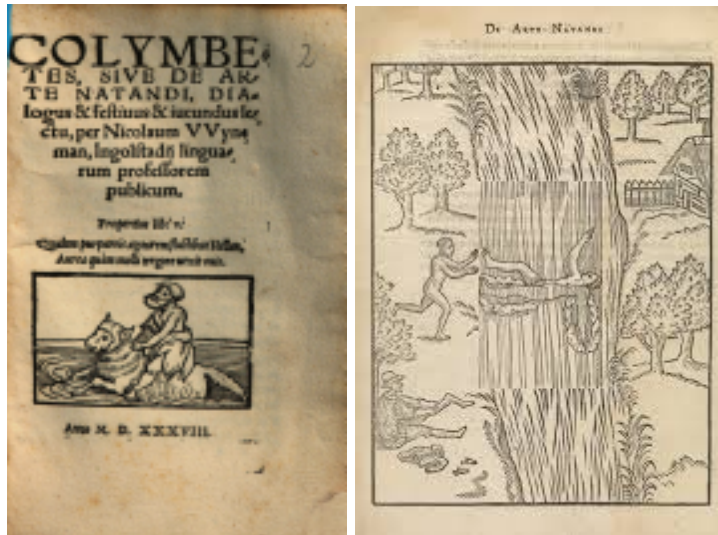


Figura 1. Imágenes de *Colymbetes, sive de arte natandi*. Extraído de: [https://books.google.es/books?id=d5JXAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?id=d5JXAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

En el siglo XVII, Andrea Vesalio realizó experimentos en animales en los que insuflaba presión positiva con aire a través de la tráquea consiguiendo expandir los pulmones (*“De Fabrica Humani Corporis”*. 1555). A partir de 1600 comienzan a aparecer más libros en los que se describe como rescatar o reanimar a un ahogado (2).



Figura 2. De *Humani Corporis Fabrica* y Andrea Vesalio. Extraído de: [https://www.researchgate.net/figure/De-Humani-Corporis-Fabrica-y-Andres-Vesalio-1514-1564\\_fig2\\_331515803](https://www.researchgate.net/figure/De-Humani-Corporis-Fabrica-y-Andres-Vesalio-1514-1564_fig2_331515803)



Es hacia el siglo XIX, en Alemania, cuando en Occidente vuelve a considerarse una práctica saludable, que se podía enseñar en las escuelas, y comienza a ser una actividad recreativa popular. En la Segunda Guerra Mundial ya se enseñaban nociones básicas de natación a todos los soldados de Estados Unidos y Británicos que iban a luchar en el frente marítimo. Sobre todo, a partir del final de este conflicto, el modelo de vida occidental hace que cada vez más gente pase su tiempo libre, de ocio o vacaciones, próximos a zonas costeras o piscinas. Es en este momento, cuando la necesidad de prestar ayuda cada vez a más accidentados, hace evidente que se deben desarrollar técnicas de rescate y reanimación (1).

Previamente, ya se habían creado varias sociedades como la Redding van Drenkelingen en Amsterdam (1767), el Royal National Lifeboat Institution (RNLI) (1824) y la Royal Life Saving Society (RLSS) (1891), ambos en Reino Unido. Las técnicas desarrolladas por estas sociedades pronto se extendieron a Estados Unidos o Australia. En Francia en 1910 se fundó la Fédération Internationale de Sauvetage (FIS) que agrupaba a las federaciones de Bélgica, Dinamarca, Francia, Gran Bretaña, Luxemburgo y Suiza, incorporándose posteriormente Italia y España. En 1993 la FIS se fusionó con la World Life Saving (WLS) (que a su vez reunía a las federaciones de salvamento de Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Hawaii y Gran Bretaña, entre otros) para formar la International Live Saving Federation (ILSF). Hoy en día las recomendaciones de la ILSF son las más seguidas a nivel global para el rescate de las víctimas de ahogamientos (1).



Figura 3. Logotipo de la International Life Saving Federation (ILSF). Extraído de: <https://www.ilsf.org>



Figura 4. Medalla con la que la “Maatschappij tot Redding van Drenkelingen” de Ámsterdam recompensaba desde 1767 a los rescatadores de un ahogamiento. Representa a la Caridad rescatando a un ahogado de la muerte. Extraído de: Bierens Handbook on drowning.

## 1.2. DEFINICIÓN Y FISIOPAGOLOGÍA DEL AHOGAMIENTO

Se denomina ahogamiento al “proceso de sufrir insuficiencia respiratoria tras un episodio de sumersión o inmersión en un medio líquido” (5,6). Esta definición se consensuó por un comité de expertos reunidos en Ámsterdam, en junio de 2002, en el primer Congreso Mundial de Ahogamientos (World Congress on Drowning, WCOD).

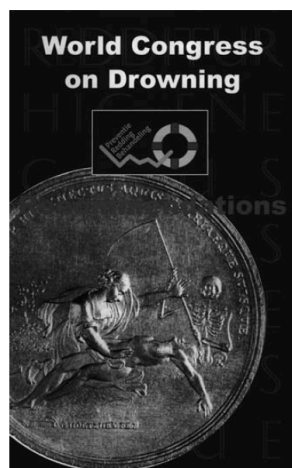


Figura 5. Libro de recomendaciones del World Congress on Drowning llevado a cabo en Ámsterdam en 2002. Extraído de: Bierens Handbook on drowning.

Se considera el ahogamiento “un proceso continuo, que se inicia cuando la vía aérea se encuentra por debajo de un medio líquido, habitualmente agua. La cantidad de agua para que se produzca el ahogamiento en ocasiones no tiene por qué ser necesariamente muy grande, sobre todo cuando se trata de niños pequeños (7). Se produce una cascada de reflejos y cambios fisiopatológicos que si no se interrumpen pueden llevar a la muerte por hipoxia tisular” (5). Se desarrolla un deterioro respiratorio primario, debido a inmersión en el medio líquido, seguido de obstrucción de la respiración espontánea, por laringoespasma involuntario o por aspiración de agua, que conduce a hipercapnia, hipoxemia y, si se prolonga, parada respiratoria o cardiorrespiratoria.

Durante décadas se utilizaron términos como casi ahogamiento (referido a ahogamiento con supervivencia a las 24 horas del evento) o ahogamiento seco (referido a ahogamientos en los que no se había producido aspiración de líquido). En el primer Congreso Mundial de Ahogamientos de 2002 estos términos fueron desechados para evitar confusiones, no subestimar el problema y ajustar la definición al estilo Utstein (5,8–10).

Algunos términos que tampoco deben utilizarse son ahogamiento activo, pasivo, silencioso, secundario o tardío. Los síntomas respiratorios producidos tras un episodio de ahogamiento son prácticamente siempre inmediatos. Aquellos síntomas que aparecen a partir de las 8 horas del evento, sin haber existido dificultad respiratoria inicial, deben ser investigados como originados por otra patología distinta del ahogamiento primario, como por ejemplo neumotórax espontáneo, neumonitis química, neumonía (vímica o bacteriana) o traumatismos (torácico o cráneo-encefálico) (9,11,12).

A partir del primer WCOD los ahogamientos pasaron a describirse como “fatales” o “no fatales” y los resultados se clasificaron como “muerte”, “morbilidad” o “ausencia de morbilidad” (5,6).

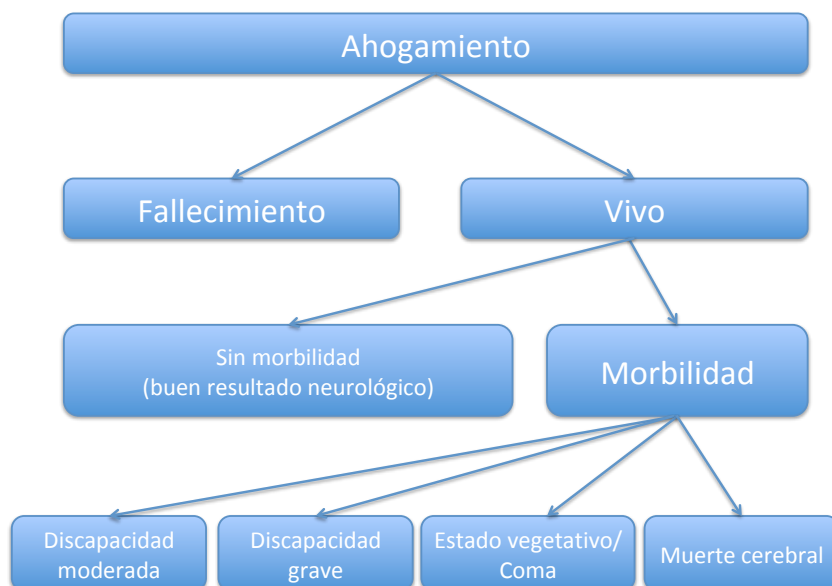


Figura 6. Ejemplo de algoritmo para describir la evolución de un paciente tras un ahogamiento. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. *Resuscitation*. 2017;118.

Otros términos utilizados para describir este tipo de accidentes han sido “inmersión” o “sumersión”. Ambos tienen un significado equivalente en nuestro idioma. Sin embargo, en la literatura anglosajona, la “sumersión” se refiere al evento en el que la cabeza está debajo del agua o cubierta por agua (provocándose el cierre reflejo de la vía aérea superior, posteriormente la aspiración de agua y el vómito), mientras que el término “inmersión” hace referencia a que una parte del cuerpo queda sumergida en el agua provocando disminución de la temperatura cutánea y corporal con shock frío, incapacidad física e hipovolemia relativa, como precursores de la pérdida de consciencia o colapso y la sumersión. También puede ocurrir que la cabeza quede sobre el agua, en ocasiones porque la víctima lleva un chaleco salvavidas, sufriendo hipotermia, produciéndose la entrada de agua en vía aérea por las salpicaduras estando el paciente muchas veces inconsciente (9,13,14).

### 1.2.1. El estilo Utstein

El estilo Utstein trata de crear una nomenclatura común a nivel global para describir las lesiones por accidentes. Se describió por un grupo de científicos reunidos en Noruega en 1990 para crear las herramientas necesarias para mejorar la investigación, principalmente en el campo de la parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria y la reanimación. En el campo de los ahogamientos, la investigación está basada en eventos clínicos, intervalos de tiempo o cambios fisiopatológicos que deben reportarse siguiendo este estilo. La primera versión de las normas para

ahogamientos se describió en Ámsterdam en 2002. La última actualización del estilo Utstein para los ahogamientos se llevó a cabo tras la reunión de Potsdam de 2015 y publicadas en 2017. Algunos de los datos que se deben recoger, según esta última actualización, están expresados en las siguientes tablas y clasificados según las recomendaciones en apartados denominados “Core” (en negrita en las tablas), que deberían recogerse tras todos los accidentes por ahogamiento y otros denominados “Supplemental” (en letra normal en las tablas), que deben recogerse según las circunstancias pero que tienen interés para la investigación posterior (8,15).

<b>Identificador de la víctima</b>	Número o código identificador
<b>Sexo</b>	Masculino/Femenino
<b>Edad</b>	Fecha de nacimiento o edad en años
Raza o etnia	Blanco, africano, afro-americano, asiático. Hispano, no hispano
<b>Fecha y hora del accidente</b>	Usar reloj de 24 horas
<b>Evento precipitante</b>	Alcohol, drogas, traumatismo, crisis convulsiva, síncope, suicidio, accidente de embarcación, inundación, apnea, hiperventilación, PCR primaria, otros.
<b>¿Estaba la cara sumergida en algún momento antes del rescate?</b>	Sí/No
<b>Patología previa (especificar)</b>	Epilepsia, cardiopatía, enfermedad pulmonar crónica, enfermedad neurológica.

Tabla 1. Información de la víctima tras un ahogamiento. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

<b>Temperatura del agua</b>	<b>Helada o no</b>
<b>¿Quién presencié el ahogamiento?</b>	<b>No presenciado, presenciado por testigo o por socorrista</b>
<b>Reanimación cardiopulmonar (RCP) realizada por testigo</b>	<b>Sí/No</b>
Método de RCP	Compresiones y ventilación, solo compresiones, solo ventilación
<b>Ventilación realizada por testigo</b>	<b>Sí/No</b>
<b>¿Un reanimador entrenado realizó RCP completa o solo ventilaciones?</b>	<b>Sí/No</b>
<b>Signos vitales a la llegada del primer reanimador entrenado</b>	<b>AVPN o ECG, respiración normal, pulso</b>
<b>Ritmo cardíaco inicial</b>	<b>FV, taquicardia, AESP, asistolia</b>
Signos vitales	FC, TA, Tª, SatO2
Auscultación respiratoria	Normal, tos, roncus unilaterales o bilaterales
Tipo de agua/líquido (dulce/salada)	Dulce, salada, con productos químicos
Masa de agua (mar, piscina, río...)	Bañera, piscina, océano, lago, río, pozo, cobo, contenedor de agua...

Tabla 2. Información de la escena tras un ahogamiento. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

<b>Nivel de conocimientos médicos del primer respondedor</b>	<b>Paramédico, técnico en emergencias médicas, otros</b>
<b>Intervenciones llevadas a cabo por el socorrista o primer respondedor</b>	<b>Ventilación con bolsa y mascarilla, dispositivo supraglótico, intubación</b>
¿La persona que realizó la reanimación fue la misma que llevó a cabo el rescate?	Sí/No
Número de socorristas o rescatadores	
Si el ahogamiento sucedió en el mar o en un río ¿cuáles eran las condiciones del agua?	Olas, corrientes...
¿Quién extrajo a la víctima del agua?	

Tabla 3. Información de la escena por el socorrista o testigo con “obligación de tratar”. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

<b>Tiempo de inmersión</b>
<b>Tiempo hasta que la víctima fue sacada del agua</b>
<b>Tiempo hasta que se ofreció asistencia por reanimador con formación</b>
<b>Tiempo hasta que se inició la RCP</b>
<b>Tiempo hasta recuperación de la circulación espontánea</b>
<b>Tiempo hasta recuperación de nivel de consciencia</b>

Tabla 4. Tiempos de respuesta. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

<b>Hora y fecha de llegada al hospital</b>	
<b>PCR a la llegada al hospital</b>	<b>Si el paciente entró en el hospital en parada</b>
<b>Duración de la RCP</b>	
<b>Primeros signos vitales en el hospital</b>	<b>FC, TA, Tª, FR, SatO2</b>
<b>Primer ritmo cardíaco a la llegada al hospital</b>	<b>Monitorización o Electrocardiograma</b>
<b>Estado neurológico a la llegada al hospital</b>	<b>ECG o AVPN</b>
<b>Gasometría arterial</b>	<b>pH, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, EB</b>
<b>Edema pulmonar, SDRA</b>	<b>Opacidades pulmonares en la primera radiografía y a la semana del ahogamiento</b>
<b>Requerimientos de vía aérea y ventilación</b>	<b>Mayor nivel de soporte respiratorio requerido durante el tiempo de hospitalización</b>
<b>Ingreso en UCI</b>	<b>Sí/No</b>
<b>Hipotermia inducida</b>	<b>Sí/No</b>
<b>Control de temperatura</b>	<b>Utilización manta térmica o dispositivos similares</b>
<b>Temperatura pico/valle</b>	<b>Niveles máximo y mínimo de temperatura en las primeras 96h tras recuperación de la circulación espontánea</b>
<b>Glucemia</b>	<b>Primeras 24h</b>
<b>Hipotensión</b>	<b>2 episodios de hipotensión ajustada a la edad</b>
<b>Soporte circulatorio</b>	<b>Inotrópico o vasoactivo</b>
<b>ECMO</b>	<b>Sí/No</b>
<b>RCP intrahospitalaria</b>	<b>Tras admisión del paciente</b>
<b>Complicaciones</b>	<b>SDRA, CID, neumonía, pancreatitis, IRA, shock, fallo multiorgánico, sepsis, alteraciones hidroelectrolíticas, alteraciones de la glucemia</b>
Si no se estaba realizando RCP a su llegada a Urgencias, ¿por qué?	Paciente con pulso, fallecido
Tiempo en el que se termina la RCP	
Número de desfibrilaciones tras la llegada a Urgencias	
Niveles de ácido láctico	
Niveles de potasio	
Nivel de alcoholemia	
Oxigenación	Mayor y menor PaO <sub>2</sub> en las primeras 96h
Objetivo de Tª	
Test de función neurológica	TC, RM, potenciales evocados, EEG...

Tabla 5. Evolución hospitalaria. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

<b>Fecha del alta</b>	
<b>Estado vital al alta</b>	<b>Supervivencia o fallecido</b>
<b>Causa de la muerte</b>	
<b>Resultado neurológico al alta</b>	<b>Utilizar escala validada (para niños PCPC o POPC)</b>
Si el paciente falleció: como fue el fallecimiento	Muerte cerebral, PCR
¿Realizada autopsia?	Sí/No
¿Realizado estudio de canalopatías?	Sí/No
Si el paciente sobrevivió, estado neurológico a los 6 meses	Utilizar escala validada (para niños PCPC o POPC)

Tabla 6. Estado al alta. Adaptado de: Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. Resuscitation. 2017;118.

## 1.2.2. Resultados neurológicos

Para valorar el resultado neurológico tras un ahogamiento es necesario utilizar una escala validada y consensuada, como la Pediatric Cerebral Performance Category (PCPC) o la Pediatric Overall Performance Category (POPC), ambas descritas por Fiser en 1992 (16).

La escala PCPC fue desarrollada principalmente para valorar la afectación cognitiva. Esta escala es la que mejor discrimina la gravedad de la enfermedad y las necesidades al alta (16).

Puntuación	Categoría	Descripción
1	Normal	Normal, nivel apropiado para su edad, el niño acude a una clase corriente
2	Disfunción leve	Consciente, alerta, capaz de interactuar de forma adecuada para su edad, acude a una clase corriente, pero puede haber perdido algún curso. Posibilidad de algún déficit neurológico leve
3	Disfunción moderada	Consciente. Función cerebral suficiente y adecuada para realizar de forma independiente actividades propias de su edad. Acude a clases de educación especial o tiene déficits evidentes.
4	Disfunción grave	Consciente. Dependiente de otros para realizar actividades cotidianas por afectación de su función cerebral.
5	Coma o estado vegetativo	Cualquier grado de coma con o sin cumplir criterios de muerte cerebral. Inconsciente, incluso cuando en apariencia está despierto, si interacción con el medio. Sin evidencia de respuesta de la función cortical (no responde al estímulo verbal). Posibilidad de respuestas reflejas, apertura ocular espontánea, ciclo sueño vigilia puede estar conservado.
6	Muerte cerebral	Apnea, arreflexia y/o silencio encefalográfico.

Tabla 7. Escala PCPC. Adaptado de: Fiser DH. Assessing the outcome of pediatric intensive care. J Pediatr. 1992;121(1):68–74.

Para la valoración de la morbilidad funcional global la escala más adecuada sería la POPC. Esta escala depende de la PCPC y es más apropiada para valorar los accidentes traumáticos y sus necesidades ortopédicas posteriores (16).

Puntuación	Categoría	Descripción
1	Buen estado general	PCPC=1; sano, alerta, capaz de realizar actividades cotidianas
2	Disfunción leve	PCPC=2; posibilidad de problemas físicos menores compatibles con la vida normal, consciente y capaz de realizar actividades de manera independiente
3	Disfunción moderada	PCPC=3; posibilidad de disfunción moderada. Consciente. Puede llevar a cabo actividades cotidianas de forma independiente, pero es incapaz de seguir un curso escolar corriente.
4	Disfunción grave	PCPC=4; posibilidad de disfunción cerebral grave. Consciente pero dependiente de otros para realizar actividades cotidianas.
5	Coma o estado vegetativo	PCPC=5
6	Muerte cerebral	PCPC=6

Tabla 8. Escala POPC. Adaptado de: Fiser DH. Assessing the outcome of pediatric intensive care. J Pediatr. 1992;121(1):68–74.



La escala publicada en 1980 por Modell y Conn para valorar el estado neurológico tras un ahogamiento se ha empleado durante años pero actualmente no se considera la más adecuada para valorar resultados al alta (17).

Categoría	Descripción
A. Alerta (Awake)	Alerta, completamente consciente
B. Obnubilado (Blunted)	Estuporoso. Puede despertarse a los estímulos. Respuesta vigorosa al dolor. Respiración normal.
C. Comatoso	Comatoso. No puede despertarse. Respuesta anormal al dolor. Respiración anormal.
C1. Decorticado	Respuesta flexora. Respiración de Cheyne-Stokes.
C2. Descerebrado	Respuesta extensora. Hiperventilación central.
C3. Flácido	No respuesta al dolor. Respiración apnéstica.
C4. Muerto	Flácido, apnéico, no circulación detectable.

Tabla 9. Escala de Conn-Modell. Adaptado de: Modell, J.H. Conn AW. Current Neurological Considerations in Near-Drowning. 1980;27(3):197–200.

### 1.3. EPIDEMIOLOGÍA

Los ahogamientos son un problema de salud pública global, probablemente subestimado, con datos difíciles de conseguir o poco fiables, sobre todo en aquellos casos no fatales (18). En la última década, tras la adopción de la nueva definición de ahogamiento, avalada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Academia Americana de Pediatría (AAP), ha mejorado el registro de datos sobre este tipo de accidentes (5,19).

#### 1.3.1. Mortalidad y morbilidad

Según la OMS los ahogamientos son unos de los accidentes más frecuentes globalmente. Son la tercera causa de muerte por traumatismo no intencional en el mundo, solo superados por los accidentes de vehículos a motor y las caídas (20). Suponen un 7% de estos, calculándose que anualmente fallecen unas 360.000 – 372.000 personas por esta causa, aunque también se calcula que estos datos podrían estar infraestimados en un 40 – 50% (18,21,22). En Estados Unidos entre 1999 y 2010 se registraron 46.419 muertes por ahogamiento (incluyendo accidentes de navegación, unas 3.868 muertes al año) (23). En la región europea al menos 5.000 niños fallecen al año por esta causa (24). Aproximadamente los ahogamientos suponen un 7% de los 5,8 millones de muertes globales debidas al trauma (19). Las estadísticas de la OMS no incluyen las muertes por ahogamientos relacionadas con suicidios, homicidios, embarcaciones de refugiados, accidentes marítimos o debidas a desastres naturales, tsunamis o inundaciones. Se estima también que en torno al 50% de los fallecidos por ahogamiento podrían hacerlo in situ, sin llegar a trasladarse a un hospital, por lo que la recogida de datos de estos pacientes se hace aún más compleja y se pierden pacientes (14,25–27).

Las estadísticas de morbilidad son aún menos precisas y más difíciles de obtener ya que la recogida de datos de los accidentes de este nivel de gravedad, en general, están menos estandarizadas y no se comunican habitualmente a los sistemas nacionales de salud. La OMS estima que puede haber en torno a 2 – 3 millones de accidentes no fatales debidos a ahogamiento en niños en torno a 0 – 14 años (25,26). Los centros para el control de enfermedades y prevención (CDC) de los Estados Unidos de América estiman que en 2008 por cada niño que recibió asistencia médica tras un ahogamiento grave hubo 4 – 6 niños que precisaron asistencia médica tras algún incidente relacionado con el agua. En una revisión llevada a cabo en Australia en 2018 se estimó que por cada fallecimiento por ahogamiento se producían 2,7 ahogamientos no fatales (25,28).

Los ahogamientos se producen en el océano, piscinas, bañeras, fuentes y otras masas de agua. Las causas difieren según la edad y sexo de los accidentados, el nivel socioeconómico y cultural, área geográfica, patologías previas u otros factores predisponentes (como el alcohol, en accidentados o cuidadores) (19).

En nuestro país disponemos de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). Según estos datos en 2020 fallecieron en España 48 niños menores de 14 años por ahogamiento, sumersión o sofocación accidentales. En Baleares fallecieron 12 niños tras ahogamiento en la década 2011 – 2020. En cuanto a las consultas en urgencias tras ahogamientos no intencionales, en un estudio de 2012 en el que participaban 21 unidades de Urgencias de Pediatría, se estimó que la frecuencia era de 2,2/100.00 consultas en periodo estival (29). En una revisión llevada a cabo en Málaga en 2005 se registraron 62 consultas en Urgencias de pacientes ahogados en 8 años, con una frecuencia de 7,75 pacientes/año (30).

### 1.3.2. Factores predisponentes dependientes del sujeto

#### 1.3.2.1. Sexo

Como habitualmente sucede en patologías traumáticas, el ahogamiento es más frecuente en hombres que en mujeres, multiplicando el riesgo por 3 y en algunas franjas de edad incluso por 9. Esta diferencia se ha interpretado como debida a las diferencias comportamentales entre ambos sexos. Clásicamente se ha descrito al sexo masculino como más proclive a las conductas de riesgo, a las actividades acuáticas recreativas y, en algunas zonas del mundo, a prácticas que se realizan en torno a masas de agua, como por ejemplo la pesca. También está más generalizado, a nivel mundial, el consumo de alcohol en el sexo masculino. Incluso en algunas zonas del mundo, como en países musulmanes, las mujeres pueden tener restringido el acceso a masas de agua consideradas recreacionales. Por todo ello podría justificarse esta mayor probabilidad de sufrir un ahogamiento en el sexo masculino (19,25,31–33).

Solamente se ha encontrado una revisión en el que el ahogamiento fue más frecuente en niñas que en niños; se trata del trabajo de Al-Fifi, llevado a cabo en Arabia Saudí. Este trabajo contradice la afirmación anterior, aunque la muestra es pequeña

para extraer conclusiones (19 niños). En este caso la mayoría de ahogamientos fueron domésticos, producidos en espacios destinados al lavado de ropa (34).

#### *1.3.2.2. Edad*

Los niños son especialmente vulnerables a los ahogamientos por su movilidad, curiosidad, y atracción por explorar el entorno. No tienen el nivel de percepción del riesgo y conocimiento del medio acuático en sí propio de los adultos y además pueden sobreestimar sus capacidades como nadadores. Por sus características corporales (como la inmadurez del sistema de regulación de la temperatura corporal o su mayor superficie corporal en relación con el peso, en comparación con los adultos) están más predispuestos al ahogamiento y a complicaciones como la hipotermia. Aproximadamente la mitad de los ahogamientos globales podrían producirse en la edad pediátrica (22,35,36).

Según el informe global sobre ahogamientos de la OMS, el ahogamiento se encuentra entre las 10 causas principales de muerte en niños y jóvenes, siendo de especial riesgo aquellos niños entre los 1 – 5 años. Globalmente los ahogamientos son la primera causa de muerte en niños de 5 – 14 años. En Europa y Estados Unidos es la segunda causa de lesión no intencional en niños de 0 – 19 años. En 2016, según datos del Global Burden of Disease (GBD), se estimó que 127.577 niños (menores de 20 años) fallecieron en todo el mundo debido a ahogamientos, constituyendo casi el 40% del total de víctimas de ahogamientos. Más de la mitad de las víctimas tienen entre 1 – 24 años (21,31,33,35,37,38).

Los ahogamientos son más frecuentes en los primeros años de vida, hasta los 5 años, disminuyendo posteriormente hasta la adolescencia, donde la incidencia varía según el entorno socioeconómico. En los países con ingresos bajos y medios la incidencia continua disminuyendo en la adolescencia, mientras que en aquellos con ingresos elevados aumenta, debido a las prácticas recreativas y de riesgo, volviendo ser mayor la incidencia en varones de 15 – 19 años (39,40).

En niños en la franja de edad 1 – 3 años estos accidentes suelen ocurrir en zonas acuáticas cercanas al hogar, sobre todo en piscinas (frecuentemente residenciales), fuentes o pozos, o en el mismo domicilio, en bañeras, cubos o lavadoras con orificio de apertura superior. Se ha descrito también desde el año 2000 un aumento de los ahogamientos en piscinas portátiles (inflables o de goma), que podrían no generar la misma sensación de peligro que las piscinas de obra (41). En lactantes es relativamente frecuente el ahogamiento en cubos utilizados para recogida de agua, siendo posible que se produzca con tan poca cantidad como 2 cm de agua en el fondo del cubo. Existen casos descritos de ahogamiento de recién nacidos en inodoros tras partos domiciliarios de embarazos ocultos o partos prematuros (7). En niños mayores aumenta el riesgo de ahogamiento en pozos. En adolescentes y adultos los ahogamientos en zonas acuáticas naturales, como el mar, lagos, ríos y canales, suceden con mucha más frecuencia que en niños pequeños, y pueden estar relacionados con el alcohol hasta en un 25% de los casos (23–25). Cuando el lugar del ahogamiento es una piscina suele ser más frecuentemente privada en niños pequeños y pública en niños mayores y adolescentes (42).

Según la revisión de Wu, desde 2000 hasta 2013, la tasa global de ahogamientos no intencionales en menores de 20 años disminuyó en 20 de los 21 países analizados (35).

#### *1.3.2.3. Estatus socioeconómico*

Aquellas personas con un nivel socioeconómico inferior tienen en general mayor riesgo de sufrir un ahogamiento. Viven y frecuentan habitualmente lugares más inseguros, tienen menos oportunidades de acceder a clases de natación y menos disponibilidad de sistemas de flotabilidad y seguridad adecuados. Sin embargo, en niños pequeños (menores de 5 años), que disponen de piscina en su domicilio, el riesgo podría aumentar. A pesar de todo ello no se ha encontrado en la literatura ningún factor socioeconómico que aumente el riesgo de mortalidad en accidentes por ahogamiento (24,31,43).

#### *1.3.2.4. Alcohol y drogas*

El alcohol y otras drogas minimizan la percepción del riesgo y afectan a las competencias acuáticas de cada individuo. Además, la vasodilatación que produce acelera la pérdida de calor en caso de inmersión. El alcohol podría estar presente en hasta un 25 – 50% de los ahogamientos de adolescentes y adultos, por lo que es un claro factor de riesgo, incluso su consumo podría estar infradiagnosticado. En turistas ahogados la tasa de consumo de alcohol podría ser mayor que en residentes. La presencia de alcohol es más frecuente en aquellos ahogamientos que se producen por las tardes, noches y madrugadas (31,44–48). También se ha asociado a los ahogamientos producidos tras caídas o accidentes en embarcaciones. Se ha estimado que una concentración de alcohol en sangre de 0,1 g / 100 ml aumenta hasta en 10 veces el riesgo de muerte por ahogamiento (20,49).

En adultos también está documentada la presencia de drogas psicotrópicas en un porcentaje de ahogamientos significativo (en una revisión llevada a cabo en Finlandia se estimaba en un 14,5%) (48).

#### *1.3.2.5. Epilepsia*

La mayoría de los ahogamientos ocurren en niños previamente sanos, sin embargo, algunas patologías pueden aumentar el riesgo. La epilepsia lo aumenta en todas las franjas de edad. Éste podría ser en torno a 7,5 – 10 veces superior al de aquellos niños que no sufren convulsiones. El lugar de ahogamiento más frecuente en estos niños tras una crisis epiléptica es la bañera del domicilio (31,50).

#### *1.3.2.6. Patología cardíaca*

Es sobre todo importante descartar cardiopatías estructurales a la hora de evitar deportes como el buceo recreativo. La ecocardiografía es una exploración

complementaria indicada de rutina previamente al inicio de la práctica de este deporte (51).

En cuanto a la natación o baños en general, un síncope puede causar un ahogamiento, por lo que debe prestarse especial atención a toda patología cardíaca que pueda favorecerlo. Se ha estudiado especialmente el síndrome de QT prolongado como causante. Se trata de una alteración en los canales iónicos que resulta en una repolarización prolongada. Puede ocasionar inestabilidad eléctrica de la membrana celular favoreciendo las arritmias. El electrocardiograma es una exploración complementaria útil para diagnosticar esta patología. También el riesgo de ahogamiento es mayor en personas con síndrome de Brugada o taquicardia ventricular polimorfa catecolaminérgica. La miocardiopatía hipertrófica o la cardiopatía isquémica también pueden ser causas de ahogamiento, sobre todo esta última más frecuente en pacientes adultos (11,50–52).

#### *1.3.2.7. Trastornos del espectro autista*

En las últimas décadas ha aumentado el diagnóstico de niños con trastornos del espectro autista. Es conocido el mayor riesgo de estas personas de morbilidad y mortalidad por lesiones traumáticas, particularmente de ahogamientos accidentales. Muchos de estos suceden mientras los niños deambulaban en el entorno del hogar fuera de la supervisión familiar (53).

#### *1.3.2.8. Hipoglucemia*

En el trabajo de Maurin publicado en Francia en 2006 se hace referencia a esta posible causa de ahogamiento, sobre todo en pacientes con patologías crónicas como la diabetes (42).

### 1.3.3. Factores predisponentes dependientes del entorno

#### *1.3.3.1. Domicilio y alrededores*

Es un factor fundamental. En países de elevado estatus económico hay mayor acceso a piscinas, tanto en el lugar de residencia como públicas o en hoteles. El riesgo varía en función de si las piscinas están correctamente valladas o no. Sin embargo, en países con nivel económico más bajo, cerca del domicilio puede haber pozos o cisternas fácilmente accesibles, con riesgo sobre todo para los niños. No se deben olvidar los accidentes domiciliarios en bañeras u otros recipientes utilizados para la higiene de los niños (31).

#### *1.3.3.2. Masas abiertas de agua*

Los lugares más frecuentes son el mar, lagos, ríos y canales. Pueden ocurrir durante actividades recreacionales o accidentes en trayectos o tránsitos habituales como ir a la escuela (31).

### 1.3.3.3. Aspectos climatológicos y geográficos

Las condiciones extremas, como el calor o, sobre todo, el frío intenso, las tormentas, tornados, inundaciones o tsunamis, son fenómenos naturales que aumentan mucho el riesgo de ahogamientos en momentos determinados. Las condiciones rápidamente cambiantes también incrementan el riesgo. Las inundaciones en zonas del interior suelen ser debidas a desbordamientos de ríos mientras que en zonas costeras sobre todo se deben a tormentas y ciclones. En torno a un 25% de las víctimas mortales de estos fenómenos podrían deberse a ahogamientos. En los eventos registrados en los últimos años parece que esta mortalidad afecta más a las personas de mayor edad que a los jóvenes (31,54).

### 1.3.4. Diferencias culturales y raciales

Se trata de las diferencias en cuanto a actitudes, conocimientos y habilidades de los distintos grupos de personas. En general la menor exposición al medio acuático protege de posibles accidentes, pero también disminuye la familiarización con este entorno por lo que los accidentes durante actividades acuáticas pueden resultar fatales con mayor frecuencia (32).

En algunos países, se ha descrito mayor tasa de ahogamientos en las minorías culturales y étnicas respecto a los grupos mayoritarios. En Estados Unidos y Canadá está descrito que estas minorías tienen menos conocimientos de natación, ya sea porque culturalmente no consideran las actividades acuáticas adecuadas, por menor acceso a lecciones de natación por motivos económicos, o porque incluso hasta hace relativamente pocos años (siglo XX) algunas etnias, como los afroamericanos, tenían prohibido el acceso a piscinas públicas. En una revisión llevada a cabo en 2006, en Estados Unidos, Lee describió peor evolución en los afroamericanos ahogados respecto a los blancos (datos concordantes con estudios previos) y a su vez mejor evolución de los hispanos respecto a los blancos (si bien estas diferencias no han sido corroboradas en estudios posteriores). En otras áreas geográficas como Australia, los indígenas tienen una incidencia hasta 44% superior a los no indígenas (en el grupo de los indígenas además la tasa de ahogamiento es superior en niñas que en niños). Mientras, otros trabajos sugieren que los maoríes tienen menores tasas de ahogamientos que la población mayoritaria australiana (32,55–58).

En algunos países orientales, con mucha mano de obra extranjera, es más frecuente el ahogamiento de trabajadores inmigrantes que el de los propios residentes (32).

En determinados lugares no está permitido el uso en piscinas de prendas que cubren partes corporales de la mujer por motivos religiosos, por lo que éstas podrían tener menos exposición al ahogamiento en este entorno (50).

Las distintas etnias y culturas también ofrecen distinta importancia a la supervisión parental durante las actividades acuáticas, sobre todo si los niños han recibido lecciones de natación. También está arraigada de distinta forma en cada sociedad la cultura y los conocimientos apropiados para llevar a cabo un rescate. Por ejemplo, está descrito en los Países Bajos una elevada tasa de testigos que arriesgan su vida para rescatar a una persona que se está ahogando, frente a otras culturas en las que las creencias religiosas o espirituales pueden interferir con esa labor (32).

En la revisión de Joanknecht en Sudáfrica se observaron diferencias en relación con el lugar del accidente. En los hablantes de inglés o afrikáans el lugar más frecuente fueron las piscinas, mientras que en los hablantes de xhosas fue más frecuente el ahogamiento en bañeras o cubos. Esto se atribuyó al distinto nivel socioeconómico de los grupos y el menor acceso a piscinas públicas de los xhosas (59).

### 1.3.5. Distribución geográfica

Aunque el ahogamiento es un fenómeno global, en los países de ingresos bajos y medios (según la clasificación de países por ingresos del Banco Mundial y los datos de la OMS), se concentra el 90 – 97% de las muertes por ahogamiento no intencional (18,19,21,25). Una limitación importante a la hora de realizar el análisis es que la mayoría de los estudios y revisiones se realizan en las zonas con mayores ingresos, con menor incidencia de ahogamientos. En la revisión publicada por Koon en 2020 sobre los estudios que evaluaban predictores pronósticos tras ahogamientos, la mayoría de aquellos considerados como válidos (87,6%) se llevaron a cabo en países con ingresos elevados y no se encontró ninguno de países con niveles de ingresos bajos (60). Más de la mitad de las muertes de 2017 ocurrieron en China, India, Pakistán y Bangladesh. Las tasas de ahogamiento en los países con menos recursos son hasta 6 veces superiores a aquellas de los países con ingresos elevados (1,19 – 6,14 por cada 100.000 habitantes frente a 0,34 – 1,08 por cada 100.000 habitantes). Es más, a pesar de que parece que ha habido una reducción de las tasas de ahogamiento en los últimos años (desde 2000 hasta 2013, en menores de 20 años), esta reducción fue menor en los países con ingresos medios y bajos respecto a los países con ingresos elevados (35,61).

En los países con ingresos medios y bajos los accidentes suelen ocurrir durante prácticas corrientes como trabajar, lavar, recoger agua potable o cruzar a través de zonas expuestas al agua. El riesgo también es mayor en zonas rurales que en entornos urbanos, ya que hay mayor proximidad a ríos, canales, lagos, charcas, lagunas y estanques. En cambio, en los países con elevado nivel de vida los accidentes suelen ocurrir en zonas recreativas como generalmente piscinas o el mar (25,38,62).

Además existen algunas diferencias entre países con más recursos frente a otros con menos medios económicos, que los hacen menos peligrosos para este tipo de accidentes, como pueden ser disponer de mayor número de socorristas, sistemas de emergencias médicas bien desarrollados, con mejor cobertura, concentración de la población en núcleos urbanos, acceso a entornos seguros para el cuidado de los niños

(como guarderías o colegios), exposición a masas de agua limitada generalmente a entornos recreativos o incluso menor tasa de natalidad, que hace que las familias sean de tamaño reducido y por lo tanto más fáciles de supervisar por adultos (63).

En cambio, los países con niveles de ingresos económicos medios y bajos suelen ser predominantemente rurales, con habituales zonas de riesgo de exposición al agua, menos servicios sociales y familias más numerosas y difíciles de supervisar. Asimismo, existe menor presupuesto para llevar a cabo medidas de prevención como mejorar infraestructuras o limitar la exposición a zonas de riesgo, que en estos países es cotidiana. También existe mayor frecuencia de niños que tienen que desplazarse desde casa al colegio, muchas veces sin supervisión, vadeando ríos o atravesando zonas con riesgo de accidentes acuáticos (63).

Si se comparan las tasas de ahogamiento de países con renta per cápita elevada frente a otros con menores recursos se observa que esta es superior en todas las franjas de edad en los países con menores recursos, por ejemplo, en el Sudeste asiático (Bangladesh, Vietnam, Tailandia, Camboya y Jiangxi China) frente a otra región perteneciente a la zona Asia-Pacífico como es Australia. Parece que el factor de riesgo más relevante en cuanto a las diferencias entre ambas poblaciones descritas es la proximidad al agua, siendo esta menor de 20 metros del hogar en 9 de cada 10 niños de las zonas rurales de los países menos desarrollados (63).

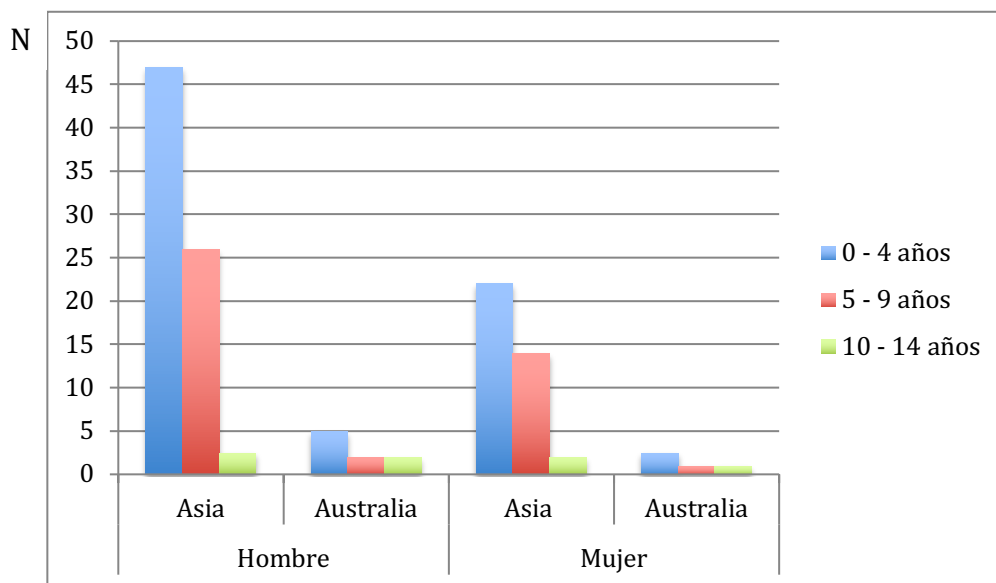


Figura 7. Comparación de ahogamientos en región de Sudeste Asiático frente a región de Asia-Pacífico. Adaptado de: Linnan M, Scarr J, Linnan H. Drowning [Internet]. Bierens JJLM, editor. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>

En Europa los ahogamientos fatales son más frecuentes en los países del este que en los de Europa occidental. Las tasas de mortalidad por ahogamiento varían entre un 0,7 (en países mediterráneos, Bélgica, Holanda, Alemania y Reino Unido) a un 7 (en



países del este) por cada 100.000 habitantes, con una media de 1,2 por cada 100.000. Parece que sobre todo en los países en los que se están llevando a cabo iniciativas para prevenir los ahogamientos la mortalidad está disminuyendo (64).

El lugar de ahogamiento más frecuente y la causa que lo originó difiere según las características de cada país. Por ejemplo, en el Reino Unido, según estadísticas de la Royal Society for the Prevention of Accidents (RoSPA), estos accidentes son más frecuentes practicando remo o navegando en adolescentes, o en bañeras en lactantes y niños pequeños. En Finlandia, con una elevada tasa de ahogamientos mortales, estos ocurren frecuentemente mientras se navega en lagos. En Polonia, con grandes masas de agua no vigiladas, es en estos lugares donde más frecuentemente suceden los accidentes. En los Países Bajos la distribución de ahogamientos parece uniforme entre las aguas abiertas, piscinas y domicilios o alrededores. En Irlanda el ahogamiento parece un método de suicidio relativamente frecuente, sobre todo en mujeres. En adultos europeos el consumo de alcohol está implicado en un porcentaje importante de ahogamientos (35,64).

Incluso dentro de un mismo país pueden existir diferencias entre regiones. Por ejemplo en Arabia Saudí, en el trabajo de Al-Moffada la mayoría de ahogamientos sucedieron en piscinas, mientras que en la revisión de Al-Fifi estos fueron más frecuentes en el domicilio, en zonas destinadas al lavado (34,65).

Si se combina el turismo y la edad de los pacientes también existen diferencias en cuanto al lugar del evento más probable. Según la RoSPA, en pacientes originarios del Reino Unido, el ahogamiento en piscina es más frecuente en niños menores de 15 años mientras que en los mayores de 15 años éste ocurre mayoritariamente en el mar o en corrientes de agua (66).

En Japón la mayoría de ahogamientos ocurre en bañeras, ya que está muy arraigada la cultura del baño diario, prolongado, en bañeras profundas y onsen (baños tradicionales japoneses). Esta práctica puede favorecer la deshidratación, la hipotensión, el síncope, así como trombosis, arritmias o desencadenar convulsiones. Además, es frecuente mantener las bañeras llenas durante varios días con lo que el riesgo de accidentes en niños aumenta cuando escapan de la vigilancia familiar. Hasta dos tercios de las muertes por ahogamiento ocurren en este lugar, sobre todo en personas mayores (31,35,67,68).

En Estados Unidos o Australia, al igual que en otros países desarrollados donde ha proliferado en la última década la construcción de piscinas privadas, el ahogamiento en esta localización sigue siendo el más frecuente (35). En otros entornos como alguna región de Arabia Saudí éstos están descritos más frecuentemente en el agua del mar (38).

En España, especialmente en algunas regiones turísticas como Baleares, las condiciones climatológicas permiten periodos prolongados en los que existe contacto con el agua para actividades lúdicas y deportivas, por lo que aumenta el riesgo de exposición (24).

### 1.3.6. Ocio y turismo

En países occidentales es más frecuente el ahogamiento mientras se está de vacaciones. Esto puede ser debido a la relajación en la supervisión de niños, al desconocimiento del entorno y al mayor consumo de alcohol. En países occidentales no es infrecuente el consumo de alcohol durante determinadas actividades lúdicas como la navegación en embarcaciones de recreo. Incluso se ha sugerido la influencia de la cultura popular en el aumento del riesgo, ya que por ejemplo la industria cinematográfica tiende a representar esta actividad con personas consumiendo alcohol y que sin embargo no llevan los chalecos salvavidas apropiados, por lo que estos comportamientos podrían trasladarse a la vida real (32).

Las actividades de ocio también difieren en relación con el nivel económico de los países. En los países con población con mayor poder adquisitivo existe mayor cantidad de piscinas y parques acuáticos, con mayores niveles de seguridad, fomento de la prevención de accidentes y personal cualificado para realizar un rescate. En cambio, en los países en vías de desarrollo es frecuente el ocio en ríos o lagos, con menores niveles de seguridad y supervisión. Un niño ahogado en una piscina tiene por lo tanto más probabilidades de ser rescatado por una persona entrenada que otro ahogado en un lago o río, que probablemente deba ser rescatado por otro niño de su edad y en un entorno más inhóspito (63).

También es diferente la planificación del ocio: en los países con menores ingresos las actividades suelen ser más improvisadas, lo que implica menor acceso a sistemas de seguridad como chalecos salvavidas u otros durante actividades acuáticas (63).

En la Unión Europea (UE) se considera que el riesgo de sufrir un accidente es 15 veces superior en un turista que en un residente. El ahogamiento podría ser la causa de hasta el 5 – 14% de muertes por accidentes de turistas en la UE y hasta el 25% en Australia. En algunos países como Portugal, hasta dos tercios de los ingresos por ahogamiento son de extranjeros, e incluso en algunas zonas turísticas de países como Tailandia esta proporción podría llegar hasta el 79%. Según la revisión de la RoSPA se ahogarían más niños procedentes del Reino Unido (UK) estando de vacaciones en el extranjero que en su propio territorio nacional. Se estima que en torno al 70% de los turistas pasan sus vacaciones en lugares cercanos al mar. Además los niños turistas suelen estar durante muchas horas cerca de masas de agua, frente a los residentes locales que cuando no están de vacaciones suelen estar en el colegio o realizando otras actividades si sus familiares no pueden supervisarlos (66).

Es más frecuente que aquellas personas que viven lejos del mar y habitualmente tienen menos conocimientos sobre natación o seguridad en el agua dediquen su estancia vacacional a actividades como navegar, practicar buceo recreativo o surf, que aquellos que viven cerca del mar (habitualmente más concienciados y formados) (66).

### 1.3.7. Deportes y actividades de riesgo

Algunas actividades como el surf, en personas con escasa experiencia o con conocimientos de natación insuficientes, suponen un problema en países como Australia, donde se producen accidentes frecuentemente en zonas poco vigiladas con corrientes de agua (66).

Existen otras variantes como el *kite surf* (realizar surf con la ayuda de una cometa que aprovecha la fuerza del viento) en las que el riesgo de traumatismos se incrementa por la elevada velocidad que puede alcanzarse. También puede alcanzarse gran velocidad con otras modalidades como el esquí acuático o el *wakeboard* (esquí acuático sobre una tabla) en el que la tracción se realiza mediante un vehículo a motor. En este tipo de deportes acuáticos hay que tener en cuenta que el ahogamiento puede suceder tras un traumatismo, que puede asociar una lesión medular, por lo que la inmovilización de la columna cervical durante el rescate cobra mayor importancia.

El número de niños que bucean ha aumentado en los últimos años, sobre todo en la franja de 12 – 17 años, pero también con menor edad, a partir de 8 años (momento en el que se considera que los niños son lo suficientemente maduros para nadar de forma adecuada, identificar e interpretar el peligro y reaccionar de forma adecuada al estrés). Existe un riesgo inherente a la realización de esta actividad, que se ve agravado en el caso de los niños, ya que se distraen más fácilmente que los adultos, tienen más predisposición a la aventura y utilizan el pensamiento concreto, por lo que tienen más dificultad para resolver situaciones inesperadas. La valoración física y psicológica, además de la formación que se ofrece previamente a iniciar las inmersiones condicionan el riesgo de sufrir accidentes durante el submarinismo. Los accidentes subacuáticos ponen en riesgo a la persona que los sufre, así como a sus compañeros de inmersión y a los rescatadores. Hay descritos casos de fallecimiento de niños durante esta actividad debidos a varias situaciones, entre ellas el ahogamiento. Se estima que la tasa de accidentes mortales durante el buceo está en torno a un 16 – 71 por cada 100.000 buceadores no profesionales al año, de los que menos de un 3% serían niños. En torno al 40 – 60% de los muertes en accidentes de buceo recreativo pueden ser debidas a ahogamientos (51,69).

La práctica de *snorkel* (natación y buceo provisto únicamente de gafas, tubo para respirar el aire de la superficie y aletas) supone una actividad más controlada pero no exenta de riesgo ya que se lleva a cabo habitualmente en aguas abiertas (66).

En los últimos años han surgido nuevas actividades de ocio en el medio acuático, como el *parasailing*, también conocido como *parakiting* o *parascending*, donde la persona es remolcada por un vehículo a motor mientras está anclada a un sistema que se asemeja a un paracaídas. Evidentemente suponen un riesgo de traumatismos y ahogamientos (66).

Existen otras actividades, como el ser remolcado a gran velocidad por un vehículo a motor subido a un dispositivo hinchable que suele finalizar con la caída de los ocupantes del dispositivo, con el consiguiente riesgo traumático y de ahogamiento si no

se utilizan los métodos de flotación adecuados (chalecos salvavidas) y no se tienen los suficientes conocimientos de natación.

Hay otros deportes con riesgo de ahogamiento como son aquellos practicados sobre hielo (patinaje), nieve (esquí o snowboard) o en las inmediaciones de lagos o ríos (70).

Los deportes de competición como el triatlón o la natación en aguas abiertas también suponen un riesgo ya que, a pesar de ser practicados habitualmente por individuos expertos en natación, la propia autoexigencia y competitividad de la práctica competitiva puede hacer superar límites físicos que pongan en riesgo la integridad de la persona (70).

Hay otras actividades recreativas relacionadas con el agua, como la conducción de motos acuáticas, el rafting o el barranquismo o descenso de cañones (“canyoning”), en las que existe un riesgo potencial de ahogamiento además de la posibilidad de sufrir traumatismos graves y en ocasiones difícil acceso para el rescate, evacuación y reanimación por lo que el riesgo se multiplica. En algunas series como la de Maurin se describió una mortalidad del 100% de los ahogamientos producidos durante el descenso de cañones (42).

Además de las actividades deportivas y recreativas, existe el riesgo derivado del juego en el agua, donde un traumatismo no intencional puede llevar a una pérdida de conocimiento que cause el ahogamiento. También existen juegos como el buceo en apnea que pueden favorecer accidentes (42).

#### 1.3.8. Accidentes con elementos de las piscinas

En ocasiones se producen lesiones por atrapamiento en elementos de succión de los drenajes en el fondo de la piscina. Existen lesiones descritas relacionadas con el atrapamiento del pelo, tórax, abdomen, región perianal o extremidades. Esto puede condicionar el ahogamiento del accidentado o, en el caso de succión de zona perianal, evisceración de asas intestinales de diversa gravedad (24).

#### 1.3.9. Accidentes de tráfico

Hasta un 10% de los fallecimientos en accidentes de tráfico tras caída del vehículo al agua podrían estar causados por ahogamientos. Estos fallecimientos no están incluidos en las estadísticas de ahogamiento. Su incidencia real es desconocida y la frecuencia parece ser mayor en adultos que en niños. La literatura sobre cómo sobrevivir a una caída de un vehículo al agua es escasa y el conocimiento de la población sobre qué hacer en estos casos está limitado a informaciones contradictorias. Según la escasa evidencia, las mayores probabilidades de salir de un vehículo que cae al agua

ocurren en los primeros 30 segundos – 2 minutos, que es el tiempo que tarda un vehículo medio en hundirse completamente (23,47,71).

#### 1.3.10. Suicidios

El suicidio es actualmente un problema de salud pública según la OMS y su frecuencia ha aumentado en la edad pediátrica sobre todo en los últimos años. Algunas de las causas que lo provocan son la depresión y otros trastornos mentales o el abuso de sustancias. Puede establecerse una diferencia por géneros, siendo algo más frecuente en mujeres (superior al 5% como método de suicidio) que en hombres (menor al 5%). También hay que diferenciar entre países con renta per cápita elevada frente a aquellos con niveles de ingresos medios y bajos. Es frecuente como método de suicidio en mujeres en países como Croacia, Noruega, Dinamarca (por encima del 13% de todos los suicidios) o Japón (por encima del 7%). Se estima que es el mecanismo elegido en torno a un 4% de los casos totales producidos en Europa (72). Estos datos podrían estar infraestimados ya que algunos ahogamientos clasificados como de causa desconocida podrían deberse a suicidios. Distribuidos por edad son mucho más frecuentes en adultos que en niños, pero puede ser una causa probable en adolescentes.

Los suicidios planificados son más frecuentes en masas de agua en las que no haya testigos y las víctimas podrían utilizar métodos como atarse las manos o llenarse los bolsillos con piedras u objetos que aumenten el peso del sujeto. En cambio, las tentativas de suicidio suelen ocurrir en zonas más masificadas, con testigos, familiares o amigos. En una revisión llevada a cabo en Seúl la masa de agua más frecuente en la que se produjeron fueron los ríos (la ciudad está surcada por el importante río Han) y el mecanismo fue el salto desde un puente o entrar directamente desde una orilla. Algunos indicios de que un ahogamiento puede haberse debido a un suicidio son las notas dejadas por las víctimas o las heridas autoinflingidas. No obstante, no debe descartarse la causa accidental o un posible homicidio, por lo que se deben llevar a cabo las investigaciones pertinentes siempre que exista la duda (73–75).

#### 1.3.11. Homicidios

El ahogamiento provocado en niños (infanticidio en el caso de que derive en muerte) también está descrito. Es sospechoso y debe investigarse cuando la historia relatada por los testigos no es coherente, en ahogamientos de niños pequeños en bañeras o cuando el accidente no era previsible de acuerdo con las habilidades acuáticas de la víctima (31).

### 1.3.12. Accidentes de embarcaciones

Tras un accidente de una embarcación, incluyendo o no hundimiento de ésta, puede producirse caída al medio acuático y ahogamiento. En ocasiones un periodo de tiempo prolongado en el agua (entre 3 y 15 minutos) puede producir hiperventilación, vasoconstricción periférica, llevando en ocasiones a shock frío acompañado o no de hipotermia (sobre todo en aguas frías y periodos de inmersión prolongados hasta 1 hora) y por último parada cardiorrespiratoria. Todo esto se agrava si ha existido ingesta de alcohol. En el caso de que se produzca un accidente de una embarcación con caída al agua sin poder salir de ella las recomendaciones son intentar exponer la menor parte posible de masa corporal al medio acuático para evitar la hipotermia y solicitar ayuda lo antes posible. Los factores podrían asociarse con mejoría de la supervivencia en este tipo de accidentes son utilizar estrategias para evitar en lo posible la inmersión, llevar puesto un sistema de flotabilidad personal y no haber consumido alcohol (20).

El ahogamiento de refugiados que intentan cruzar el mar o ríos en embarcaciones con condiciones precarias de seguridad, sobrecargadas y en muchos casos con escasos conocimientos de natación, se considera actualmente una crisis humanitaria. Se estima que en 2016 más de 5.000 personas perdieron la vida intentando cruzar el Mediterráneo. Esta situación afecta con más frecuencia a jóvenes provenientes de países con escasos recursos económicos, con el agravante de que son muertes totalmente prevenibles. Según la declaración aprobada en la Convención de Bruselas de 1910 existe la obligación, por parte de los barcos y su tripulación, de prestar asistencia a toda embarcación que se encuentre en situación de peligro (sin importar su nacionalidad, estatus u otras circunstancias) siempre que no exista serio peligro para su propio barco, tripulación o pasaje (21,76). También hay migrantes que intentan cruzar zonas acuáticas fronterizas a nado, asumiendo también riesgo de ahogamiento.

## 1.4. RESCATE Y REANIMACIÓN

### 1.4.1. Rescate en un ahogamiento

En la actualidad la ILSF es la mayor autoridad mundial a la hora de establecer recomendaciones para la prevención y rescate acuáticos. Colabora con la OMS, distintos gobiernos, Organizaciones No Gubernamentales (ONG) y el Comité Olímpico Internacional (COI) (1).

El tipo de rescate que se debe llevar a cabo varía en función de diversos factores. El principal es el tipo de masa acuática donde se produce el accidente, que puede ser desde una piscina al océano, lagos, rescate submarino o superficies heladas. Las habilidades técnicas del rescatador también condicionan la actitud que se debe tomar (23).

Clásicamente los 4 pasos universales para llevar a cabo un rescate acuático seguro habían sido “Alcanzar, lanzar, remar e ir”:

- 1) Intentar alcanzar a la víctima con algún objeto, tabla, vara, rama, etc. En función del entorno del accidente.
- 2) Si no se consigue alcanzar a la víctima, lanzarle un sistema de flotación (no hay evidencia de cuál es el mejor sistema de flotación para llevar a cabo un rescate).
- 3) Si esto no es posible, intentar acercarse en algún tipo de embarcación.
- 4) En último lugar, decidir si es adecuado adentrarse en el agua para rescatar a la víctima, teniendo en cuenta las habilidades acuáticas del rescatador y los riesgos del medio (23,77).

Cada uno de los pasos supone más riesgo para el rescatador que el previo, por lo que hay que valorar en primer lugar la seguridad del entorno, las habilidades acuáticas y la posibilidad de llevar a cabo un rescate efectivo. En una revisión china se observó un 6,2% de incidentes que implicaban ahogamientos de rescatadores durante el proceso de rescate, sobre todo cuando estos eran niños o adolescentes (22). Conocer in situ, de forma aproximada, el pronóstico de la víctima según las condiciones del accidente puede ayudar a tomar decisiones sobre el riesgo que se está dispuesto a asumir durante el rescate (77).

La ILSF recomienda (con un nivel de evidencia basado en opiniones de expertos) que se siga la “Cadena de Supervivencia de los Ahogamientos” para prevenir y actuar en el caso de que se produzcan estos incidentes (78,79).



Figura 8. Cadena de supervivencia en los ahogamientos. Adaptado de: Safety WW. Medical Position Statement - Mps 19 Drowning Chain of Survival. :1–6. Szpilman chain of survival. Resuscitation(78).

Esta cadena de supervivencia fue elaborada, en su última versión, en 2013 por un grupo de expertos, por método Delphi, a partir de recomendaciones de las cadenas de supervivencia del ERC y de la AHA. Consta de 5 eslabones:

- 1) Prevenir los ahogamientos.

- 2) Reconocer las emergencias (o distrés).
- 3) Proporcionar un sistema de flotabilidad.
- 4) Sacar del agua.
- 5) Proporcionar la asistencia sanitaria necesaria (78,79).

Si los sistemas de prevención fallan es necesario que se actúe de la manera más rápida posible, ofreciendo los cuidados necesarios para interrumpir el proceso de ahogamiento y si es necesario activar a los sistemas de emergencia médica. Es fundamental que los rescatadores eviten convertirse en nuevas víctimas de ahogamiento por lo que se debe insistir en la seguridad (78,79).

Para prevenir los ahogamientos infantiles in situ las medidas fundamentales son: permanecer a una distancia cercana al niño, que permita agarrarlo, mientras está dentro o cerca del agua, nadar en aguas seguras y en calma, si es posible vigiladas por socorristas, además de otras que serán expuestas en apartados posteriores, como vallar las piscinas, utilizar chalecos salvavidas cuando sea necesario y aprender competencias en el medio acuático (78).

El segundo eslabón es reconocer cuando una persona necesita ayuda en el agua, avisar al socorrista, en caso de que haya, manteniendo siempre a la vista a la persona accidentada y si es posible activar al sistema de emergencias médicas cuando sea necesario (de forma ideal esta activación debe hacerla alguien que no esté asistiendo en ese momento al accidentado). En ocasiones la persona que precisa asistencia puede agitar los brazos y gritar, pero otras veces la dificultad respiratoria puede incapacitarle para pedir ayuda, por lo que puede ser más complejo reconocer la situación de emergencia. Algunos signos que identifican que puede estar produciéndose un ahogamiento son la posición casi vertical del sujeto, movimientos ineficaces de brazos y piernas o incapacidad para desplazarse de forma eficiente (78).

El tercer eslabón consiste en hacer llegar a la víctima un medio de flotación para evitar su inmersión. Los dispositivos homologados son los flotadores de rescate, pero, en ausencia de estos, pueden utilizarse otros tales como tablas de flotabilidad. Si es posible y el entorno es peligroso, el rescatador no profesional no debe introducirse en el agua si existe riesgo, para evitar sufrir un accidente. El accidentado debe evitar, en la medida de lo posible, entrar en pánico para no agravar la situación, y debe tratar de flotar a la espera de ayuda (78).

En cuarto lugar, se debe sacar al accidentado del agua, si puede hacerse de forma segura. En un estudio llevado a cabo en China se observó que en la mayoría de rescates el o los rescatadores se introducía en el agua (80,1%), produciéndose en estos casos hasta un 6,2% de ahogamientos de rescatadores, aumentando más la frecuencia de mortalidad cuando el rescatador se trataba de un niño (22).



Los métodos utilizados son intentar dirigir al accidentado hacia el punto más seguro y fácil para salir del agua y, en caso de que sea necesario, hacerle llegar algún elemento que le proporcione ayuda para salir. Si esto no es posible, se puede considerar entrar en el agua (idealmente acompañado de algún medio de flotación). Es más seguro si se entra en el agua junto con otro rescatador. El rescatador nunca debe zambullirse con la cabeza por delante, para evitar perder de vista a la víctima y no arriesgarse a una posible lesión cervical. Se debe tratar de mantener al accidentado en posición horizontal durante el rescate y reanimación posterior. Para rescates en alta mar, lejos de la orilla, llevados a cabo por socorristas profesionales, se ofrece la posibilidad de iniciar maniobras de reanimación sobre un medio que confiera flotabilidad (tabla de rescate) para evitar demorar en exceso la reanimación inicial, aunque no hay evidencia de que esta actitud mejore la tasa de supervivencia y aumenta la complejidad del rescate. La mayoría de estudios en ese aspecto han sido realizados en maniqués (13,61,78).

El último eslabón es el inicio de la atención médica necesaria, considerando los peligros del entorno. Los testigos deben ofrecer el soporte vital básico que precise la víctima, así como activar al sistema de emergencias médicas (78). Se debe actuar inicialmente en función del estado de conciencia y la respiración (80):

- Consciente y/o con respiración normal o eficaz: actuar para prevenir la parada cardíaca.
- Estado de conciencia alterado o respiración anormal: iniciar reanimación.

#### 1.4.2. Reanimación cardiopulmonar

Para la reanimación de un ahogado, tras el rescate, las recomendaciones más seguidas globalmente en la actualidad son las del European Resuscitation Council (ERC) y de la American Heart Association (AHA), basadas en la revisión periódica de la evidencia que lleva a cabo el International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR) (13,81–83).

##### 1.4.2.1. *Prevención de la parada cardíaca.*

En general se debe seguir la secuencia para la atención del paciente grave (ABCDE):

A) Vía aérea: Hay que asegurar su apertura. Se debe tratar la hipoxia con oxígeno al 100% de concentración hasta que pueda medirse la presión parcial de oxígeno en sangre o la saturación de oxígeno. Una vez que la SatO<sub>2</sub> pueda ser medida se debe ajustar la oxigenoterapia para obtener una SpO<sub>2</sub> de 94 – 98% o una PaO<sub>2</sub> de 75 – 100 mmHg (83).

B) Respiración: se debe observar la frecuencia respiratoria, uso de la musculatura accesoria, ruidos respiratorios, capacidad para hablar con frases completas, monitorizar

la pulsioximetría en cuanto sea posible y en medio hospitalario realizar una radiografía de tórax en el caso de que esté disponible. Puede considerarse la ventilación no invasiva (VNI), ventilación mecánica convencional (VM) si la VNI es insuficiente o no está disponible y Oxigenación por Membrana Extracorpórea (ECMO) si la respuesta a la VM es insuficiente. Los parámetros que deben programarse en la VNI no están suficientemente evaluados en los pacientes ahogados, por lo que se deben seguir las recomendaciones habituales en pacientes con distrés respiratorio. En los estudios revisados se utilizan valores de PEEP (Positive End Expiratory Pressure o Presión Positiva al final de la espiración) entre 5 – 8 cmH<sub>2</sub>O y Presión de soporte de 10 – 18 cmH<sub>2</sub>O. La mayoría de estudios han sido realizados en pacientes hemodinámicamente estables y con altos valores en la escala de coma de Glasgow (ECG) (>12/15) (61,83).

C) Circulación: hay que medir la frecuencia cardiaca, la tensión arterial y colocar electrodos para monitorizar el electrocardiograma (EKG). Se precisará habitualmente canalizar un acceso venoso y considerar la administración de fluidos o drogas vasoactivas.

D) Neurológico: se debe realizar una valoración inicial mediante las escalas AVPN o ECG, así como el estado de las pupilas y los movimientos anormales.

E) Exposición: es necesario medir la temperatura corporal en cuanto sea posible, de forma central si esta es baja, e iniciar el algoritmo de hipotermia si T<sup>a</sup> <35°C (80).

#### *1.4.2.2. Parada cardiaca*

##### *1.4.2.2.1. Soporte vital básico*

En primer lugar, se debe posicionar a la víctima, fuera del lugar de peligro, con la cabeza y los pies al mismo nivel (en la playa de forma paralela a la línea de costa). Según el ERC, la asistencia vital básica rápida y de calidad puede suponer la diferencia entre la vida y la muerte en un ahogado. Se debe comenzar por la apertura de la vía aérea y ventilación boca a boca con 5 ventilaciones de rescate (boca a boca o si se dispone de ella con mascarilla y bolsa autoinflable). La respiración agónica o “gasping” debe considerarse a efectos prácticos como una parada respiratoria. Si la víctima permanece inconsciente, sin respiración normal, hay que iniciar compresiones torácicas externas de forma coordinada, con una frecuencia de 30 compresiones por cada 2 ventilaciones (en adultos) o con una relación de 15:2 en el caso de niños y si hay presentes dos reanimadores con formación sanitaria. Realizar solamente compresiones torácicas no se considera adecuado en este tipo de accidentes, siendo fundamental la ventilación, ya que la causa inicial de la parada generalmente es la insuficiencia respiratoria (71,78,80–82).

En las víctimas de ahogamientos que llegan a sufrir una parada cardiaca habitualmente se produce tras una parada respiratoria inicial. El origen asfíctico de las paradas, además de tener evidente plausibilidad biológica, fue confirmado en el estudio de Grmec en el que se observaron valores en la capnografía inicial significativamente

mayores en pacientes que habían sufrido una parada secundaria a ahogamiento respecto a aquellos que habían sufrido una parada cardiaca de otra causa (84).

Habitualmente, la parada respiratoria inicial provoca bradicardia transitoria antes de la parada cardiaca con ritmo en ocasiones de actividad eléctrica sin pulso y posteriormente asistolia. Es por eso por lo que la sola recuperación de la hipoxemia mediante ventilación puede producir recuperación de la parada en algunas ocasiones. Cada ventilación debe durar en torno a 1 segundo, con la expansión torácica suficiente y puede ser de mayor dificultad que en otras circunstancias por un aumento de resistencia de la vía aérea. Además, puede distenderse el estómago favoreciendo las regurgitaciones y dificultando el gasto cardiaco. Si se dispone de mascarilla y bolsa auto inflable deben utilizarse. En este caso, preferiblemente se realizará por dos reanimadores, uno ventilando con la bolsa y el otro sellando de forma adecuada la mascarilla a la boca y nariz del accidentado. Debe administrarse oxígeno lo antes posible y con el dispositivo que ofrezca la mayor concentración disponible (13,23,85).

En ocasiones puede haber gran cantidad de espuma en la vía aérea, producto del agua ingerida mezclada con el aire insuflado. El estómago suele estar dilatado si se ha ingerido gran cantidad de agua, por lo que es frecuente la regurgitación o el vómito de contenido gástrico. Puede ser útil la colocación de una sonda nasogástrica u orogástrica para prevenirlas, aunque no deben demorar las maniobras de reanimación. No deben realizarse maniobras para provocar el vómito ni la salida de agua, ya que suelen ser inefectivas y retrasan el inicio de la ventilación. Si se recupera la ventilación espontánea de forma adecuada y no se sospecha lesión medular puede colocarse a la víctima en posición lateral de seguridad para permitir que salga el agua ingerida, incluso puede aspirarse con una sonda si se dispone de ella. En el caso de utilizar la posición lateral de seguridad es importante reevaluar a la víctima, incluso cada minuto, para evitar la evolución a parada respiratoria o cardiaca inadvertida (13,71,80,86).

Se realizará inmovilización de la columna cervical si se sospecha traumatismo (accidente de alta energía, zambullida o caída desde altura elevada) o si se desconoce la causa. En la mayoría de los ahogamientos no existe lesión medular. La causa de más del 70% de las lesiones medulares relacionadas con actividades acuáticas se relacionan con zambullidas de cabeza (13,24,87).

Si se dispone de un desfibrilador semiautomático (DESA) se debe considerar su colocación tras haber realizado un minuto de RCP de calidad y seguir sus instrucciones, teniendo la precaución de secar primero a la víctima para evitar accidentes por la conducción de la corriente eléctrica. Su uso no debe retrasar el inicio de las maniobras de ventilación ya que en la mayoría de las paradas cardiacas en niños son secundarias a hipoxia. Se considera que en global solo un 2 – 14% de los accidentados podrían tener un ritmo potencialmente desfibrilable como causa inicial del ahogamiento (61,83). Típicamente el ritmo cardiaco tras un ahogamiento suele ser de taquicardia sinusal, seguido de bradicardia y terminando en asistolia, pero existe dicho porcentaje de pacientes, con fibrilación ventricular (sobre todo cuando hay hipotermia asociada) o con otra arritmia que pueda haber ocasionado el accidente, que podrían beneficiarse de esta terapia. Hay que tener en cuenta que las descargas sobre un miocardio hipóxico

probablemente serán inefectivas si no se administra ventilación y oxigenación al paciente de forma concomitante. Si la temperatura corporal es inferior a 30°C y el ritmo es desfibrilable, se recomienda limitar el número de descargas a tres intentos hasta que la temperatura sea superior a 30°C. No se han encontrado registros de eventos adversos por utilización de desfibriladores tras ahogamientos (13,23,49,61,88).

Los rescatadores profesionales podrían considerar la ventilación boca a boca, preferiblemente sobre un dispositivo de flotabilidad como una tabla, mientras esperan a ser rescatados (por ejemplo, en alta mar mientras esperan a ser recogidos por un helicóptero). Se considera que estas ventilaciones sólo serán efectivas si el paciente tiene pulso. No se debe intentar realizar compresiones torácicas dentro del agua ya que la probabilidad de que éstas sean efectivas es mínima (23,83). También se considera factible la reanimación en un barco de rescate siempre que haya seguridad, la tripulación sea suficiente, la cubierta lo suficientemente espaciosa, prestando atención a obtener la RCP de la mayor calidad posible y considerando que probablemente aparezcan signos de fatiga por parte de los reanimadores de forma más precoz que en otro entorno. La eficacia de la reanimación (sobre todo las ventilaciones) se ven afectadas por la velocidad del barco y las condiciones de la mar (61,83).

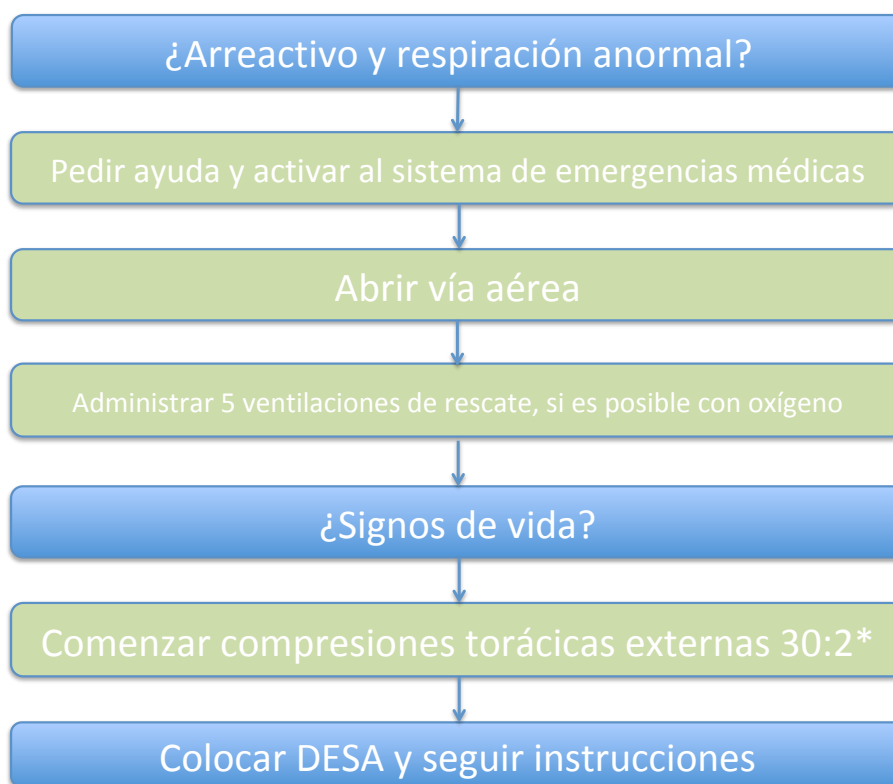


Figura 9. Lott C, Truhlář A, Alfonzo A, Barelli A, González-Salvado V, Hinkelbein J, Nolan JP, Paal P, Perkins GD, Thies KC, Yeung J, Zideman DA, Soar J; ERC Special Circumstances Writing Group Collaborators. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:152-219. doi: 10.1016/j.resuscitation.2021.02.011.

\*Algoritmo para reanimación de adultos. En niños la relación de compresiones/ventilaciones puede adaptarse a 15/2 en función del número de reanimadores y su cualificación.

#### 1.4.2.2 Soporte vital avanzado

En pacientes en los que las medidas de soporte vital básico han resultado insuficientes, continúan sin respiración espontánea eficaz y precisan ventilación con mascarilla y bolsa autoinflable o permanecen inconscientes, debe considerarse la intubación orotraqueal precoz y control de la ventilación. Ésta debe llevarla a cabo alguien experto en manejo de vía aérea. Es posible que se necesite aspiración de la vía aérea superior por el agua ingerida y el edema pulmonar existente (80,83).

Una vez que se ha aislado y controlado la vía aérea mediante intubación, el objetivo de saturación de oxígeno es de 94 – 98%, si es posible confirmado mediante gasometría arterial ya que la saturación de oxígeno puede no ser precisa. La PEEP inicial habitual es de 5 – 10 cm H<sub>2</sub>O, aunque en pacientes muy hipoxémicos puede necesitarse PEEP incluso superior. Debe colocarse una sonda nasogástrica para descomprimir el estómago (13).

Para confirmar si existe parada cardiaca asociada se recomienda utilizar, además de la palpación de pulso, otros métodos como la capnografía espirada (ETCO<sub>2</sub>), aunque ésta no debe considerarse como factor pronóstico según la evidencia actual, el trazado electrocardiográfico o la ecocardiografía (83). Se debe valorar la administración de una expansión de volumen intravenosa (habitualmente con cristaloides con bolos de 5 – 10 ml/kg), de forma precoz, si existe hipovolemia efectiva tras una inmersión prolongada, debido a la vasodilatación que puede producirse al cesar la presión hidrostática del agua. En circunstancias normales (ahogamientos en aguas con temperatura por debajo de los 35°C, punto termo neutral) también se favorece la bradicardia. En caso de hipotermia <30°C la administración de fármacos debe retrasarse hasta alcanzar los 30°C y posteriormente administrarse a intervalos de el doble de tiempo del habitual (6 – 10 minutos) hasta alcanzar los 35°C, ya que con temperatura corporal por debajo de 30°C las drogas antiarrítmicas suelen ser inefectivas. Se asocia un aumento de la congestión vascular pulmonar y central. El descenso de la contractilidad miocárdica junto al aumento de las resistencias vasculares sistémicas causa una disminución del gasto cardíaco. En el EKG puede apreciarse la Onda J u Osborn, característica de hipotermia, cerca del QRS (13,14).

Las maniobras de reanimación avanzada deben continuarse hasta que se recupere el pulso y la ventilación adecuada o hasta que se consideren fútiles (si existen signos de muerte evidente como livideces, rigor mortis, lesiones traumáticas masivas) o el tiempo de reanimación sea muy prolongado. No hay consenso en la literatura pero parece que reanimaciones prolongadas más de 30 minutos obtienen resultados neurológicos muy malos (solo hay descritos algunos casos de supervivencia en aguas heladas sin resultado neurológico claro a largo plazo) (13,89). Hay que tener en cuenta que, aunque se sospeche mal pronóstico neurológico en el accidentado, se trata de potenciales donantes de órganos por lo que es importante adecuar las medidas terapéuticas a esta situación.

En los cuidados post resucitación, los pacientes ahogados tienen probabilidad de desarrollar síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), por el lavado y pérdida de

surfactante, con desarrollo de atelectasias, condensaciones o shunt intrapulmonar, por lo que se recomiendan estrategias de protección pulmonar para controlar la ventilación. No está recomendada, según la evidencia actual, la administración de surfactante exógeno en estos pacientes. También puede desarrollarse neumotórax debido a las maniobras de reanimación. No se han evaluado de forma suficiente los resultados de los pacientes asistidos con ECMO tras una parada cardiorrespiratoria refractaria debida a ahogamiento, pero parece una alternativa razonable en aquellos en los que las medidas anteriores han sido insuficientes considerando el pronóstico neurológico (13,61,83,90).

Es frecuente el desarrollo de neumonía tras el ahogamiento, por aspiración de agua o contenido gástrico. También es posible el desarrollo de una neumonía nosocomial en pacientes sometidos a ventilación mecánica. Sin embargo la antibioterapia profiláctica no ha demostrado mejorar el pronóstico y no se recomienda (salvo en ahogamientos en aguas muy contaminadas) y solo debe iniciarse si existen signos clínicos o analíticos de infección, y si es posible, tras haber tomado muestras de cultivos respiratorios y sanguíneos (13,91,92). Los antibióticos empleados deben ser de amplio espectro. Aunque no está descrito de forma clara en la literatura el tipo de gérmenes más frecuentes en esta patología el grupo es amplio, incluyendo incluso hongos, y pueden depender de las condiciones del agua (contaminación, temperatura) o de si existe aspiración bronquial (93–96).

Cuando se producen diferencias hidroelectrolíticas entre los ahogados en agua dulce o en agua salada no suelen asociarse a una repercusión clínica evidente. Sí que es frecuente la acidosis metabólica (13). En el estudio de Güzel se observó de forma significativa mayor grado de acidosis de causa metabólica en los fallecidos, mientras que en los supervivientes la acidosis se atribuyó a una causa respiratoria (97).

El sistema nervioso central (SNC) es el órgano más sensible a las secuelas. La anoxia e isquemia producen edema cerebral por lesión celular con aumento de la presión intracraneal. Debe considerarse la posibilidad de que exista un traumatismo concomitante. El resultado neurológico está condicionado mayoritariamente por el tiempo de hipoxia-isquemia y el posterior desarrollo de edema cerebral. No se han conseguido mejoría de resultados con intervenciones como monitorizar la presión intracraneal (PIC), la hiperventilación, la relajación neuromuscular, la restricción hídrica o la administración de barbitúricos o corticoides, por lo que estas medidas no se recomiendan actualmente (13,49,98).

Pueden aparecer convulsiones. En la literatura no se evidencia la superioridad de un fármaco anticonvulsivante sobre otro. Se debe mantener una glucemia por encima de 50 mg/dl y si es posible por debajo de 180 mg/dl (teniendo en cuenta que una dosis demasiado alta de insulina en el control de la hiperglucemia puede llevar a la hipoglucemia de forma inadvertida) (83). También se debe evitar la hipertermia, que aumenta demandas metabólicas cerebrales y disminuye el umbral de convulsiones.

Estudios recientes cuestionan el efecto protector del frío sobre el sistema neurológico en las víctimas de ahogamientos en aguas heladas, sobre todo cuando ha

sido necesaria una reanimación muy prolongada (superior a los 30 minutos), por lo tanto la afirmación de que en estos pacientes deben prolongarse las maniobras de reanimación hasta que la víctima se haya recalentado es controvertida (13,89,99). Para recuperar la temperatura de estos pacientes se han descrito varias técnicas de recalentamiento, tanto pasivas como activas: mantas térmicas, administración endovenosa o irrigación gástrica o vesical con sueros templados, diálisis peritoneal, hemodiálisis o circulación extracorpórea con bypass cardiopulmonar. El recalentamiento aumenta la demanda metabólica, por lo que en este periodo puede empeorar la isquemia. No hay consenso sobre la velocidad a la que debe realizarse el recalentamiento (100).

Para valorar la afectación neurológica en un paciente intubado tras una RCP puede realizarse un TC craneal, pero no necesariamente de forma urgente, sino tras la estabilización correspondiente. Si se sospecha una crisis convulsiva como causa del ahogamiento debe realizarse un electroencefalograma (EEG) y en pacientes en coma es recomendable la monitorización mediante EEG continuo para caracterizar los episodios paroxísticos de movimientos anormales o detectar crisis subclínicas. La ecografía doppler transcraneal también puede ser útil para la valoración de la circulación cerebral, los patrones que presenta y su evolución. Para evaluar resultados a largo plazo pueden realizarse pruebas funcionales como potenciales evocados del tronco cerebral (PEAT). La resonancia magnética (RM) aporta más datos sobre la hipoxia-isquemia cerebral (82,83).

La trombocitopenia por supresión de médula ósea y secuestro esplénico y la disfunción plaquetaria son comunes. La lesión renal puede ocurrir debido a hipotermia o durante el proceso de recalentamiento. La vasoconstricción renal y la isquemia en el riñón pueden conducir a oliguria y necrosis tubular aguda (101).

Las recomendaciones de la AHA son globalmente similares a las del ERC y menos extensas, aunque sí que introducen algunos matices, como la alternativa de administrar ventilación boca-nariz si el boca a boca no es posible mientras se está rescatando a la víctima del agua. También se insiste en no utilizar maniobras como la de Heimlich para provocar la salida de agua por sus potenciales efectos perjudiciales. Por último se describe el uso de surfactante en algún caso aislado de niños que desarrollaron SDRA tras un ahogamiento, especificando que no existe la suficiente evidencia como para recomendar este tratamiento (81).

Los pacientes que han sufrido un ahogamiento grave, tras su reanimación y estabilización inicial, deberían ser trasladados de forma idónea a una unidad de cuidados intensivos especializada.

## 1.5. PRONÓSTICO

La evidencia respecto al pronóstico de este tipo de pacientes es limitada, sobre todo en el área pediátrica, y los estudios se refieren a periodos cortos de tiempo o con un número limitado de pacientes.

Los resultados neurológicos tras un episodio de ahogamiento siguen en general una distribución bimodal. Los dos resultados más frecuentes entre los supervivientes son la recuperación completa sin apenas secuelas o una gran afectación neurológica con dependencia total (incluso muerte cerebral) (55,102,103).

En 2016 Quan y colaboradores publicaron un metaanálisis sobre los factores pronósticos tras un episodio de ahogamiento. Analizaron artículos de Pubmed, EMBASE y Cochrane entre 1979 y 2015. Para evaluar el grado de evidencia utilizaron las recomendaciones GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation). Se seleccionaron 24 artículos, todos estudios de cohortes, incluyendo tanto niños como adultos según el estudio, en los que se analizaron los siguientes factores pronósticos (77):

### 1.5.1. Edad

Se incluyeron niños y adultos. 12 estudios analizaron la edad, con un total de 3.975 pacientes registrados. La evidencia encontrada fue catalogada como muy baja. El metaanálisis no encontró diferencia significativa en cuanto al resultado neurológico en niños  $\leq 3 - 6$  años comparados con aquellos  $> 3 - 6$  años. RR 1,20 (IC 95% 0,87 – 1,67). (30,55,65,67,77,99,104–110).

Existe la creencia común de que los niños podrían tener mejor pronóstico que los adultos. Se ha postulado que esto podría deberse a éstos suelen estar acompañados mientras realizan actividades acuáticas, serían más fáciles de rescatar y de forma más precoz que los adultos, por lo que su tiempo de inmersión sería menor, sería más probable que los testigos intentasen maniobras de reanimación que con los adultos y su organismo podría responder mejor a estas maniobras en caso de parada cardiorrespiratoria. Los niños también se enfrían más rápido que los adultos por su menor proporción de grasa corporal o la mayor superficie corporal en relación con el peso. Existe también un reflejo en niños pequeños (“reflejo de inmersión” o “diving reflex”) que podría impedir la entrada de agua en la vía aérea en los primeros minutos, pero no evita la hipoxia posterior. El metaanálisis no encontró evidencia científica sobre esta hipótesis (42,47,60,67,77).

En una revisión posterior, en 2017, Reynolds y colaboradores observaron mayor tasa de mortalidad en niños ahogados entre 5 – 15 años en comparación con los otros grupos de edad (111).



### 1.5.2. Tiempo de respuesta de los Sistemas de Emergencias Médicas

Se incluyeron 2 revisiones con 377 accidentados. La evidencia encontrada fue baja. El metaanálisis expuso que un tiempo de respuesta <9 minutos se asoció con mejor pronóstico comparado con ≥9 minutos. RR 2,84 (IC 95% 1,08 – 7,47). A mayor tiempo de respuesta aumentan las probabilidades de que no se esté realizando una reanimación adecuada al estado clínico del accidentado (72,77,112,113).

### 1.5.3. Tipo de agua (dulce o salada)

Para la revisión se catalogaron como agua salada la del mar y como agua dulce aquella de otros entornos como lagos, ríos, piscinas, pozos, etc. Se analizaron 7 estudios con 2.163 pacientes. La calidad de la evidencia fue catalogada como muy baja. En un estudio con análisis multivariante se encontró peor pronóstico en los ahogados en agua salada, sin embargo, en el metaanálisis se encontró mejor pronóstico en los ahogados en agua salada respecto a aquellos en agua dulce. RR 1,16 (IC 95% 1,08 – 1,24). (30,77,99,105,109,112,114,115).

### 1.5.4. Tiempo de inmersión

Se analizaron 18 estudios que contenían 2.587 víctimas. En todos los estudios se describió mejor pronóstico en aquellos pacientes con menor tiempo de inmersión, considerándose en el metaanálisis el factor predictivo más robusto. Además, este predictor cumple con la plausibilidad biológica ya que a mayor tiempo de inmersión existe mayor tiempo de hipoxia tisular. Se dividió el tiempo de inmersión en tres intervalos:

#### *1.5.4.1. Tiempo de inmersión corto (≤5 – 6 minutos)*

Se identificaron en este intervalo 15 estudios. Se encontró baja calidad de evidencia, tanto para los estudios que evaluaban el resultado como buen estado neurológico (10 estudios con 1.445 víctimas) como para aquellos que evaluaban solamente supervivencia (5 estudios con 252 víctimas). En el metaanálisis se encontró mejor pronóstico en aquellos pacientes con tiempo de inmersión ≤5 – 6 minutos, comparados con aquellos con tiempo de inmersión >5 – 6 minutos. RR 2,90 (IC 95% 1,73 – 4,86). (30,65,74,77,104,105,107–110,114,116–121).

#### *1.5.4.2. Tiempo de inmersión intermedio (≤10 – 15 minutos)*

Cumplían criterios para este intervalo 11 estudios (1.380 pacientes) con evaluación de buen resultado neurológico y calidad de evidencia catalogada como baja, y 4 estudios (229 víctimas) que evaluaban supervivencia con calidad de evidencia muy baja. El metaanálisis evidenció mejor pronóstico en aquellos con tiempo de inmersión

$\leq 10$  minutos respecto a los de  $> 10$  minutos. RR 5,11 (IC 95% 2,03 – 12,82). (29,47,77,99,105,107,109,114,116,117,119,120,122).

#### *1.5.4.3. Tiempo de inmersión prolongado ( $\leq 10 - 25$ minutos)*

Para supervivencia con buen pronóstico neurológico se analizaron 3 estudios con 1.086 víctimas, con calidad de evidencia baja. Se encontró solo 1 estudio que analizaba solamente supervivencia, que contenía 41 víctimas y que aportaba una calidad de evidencia muy baja. El metaanálisis mostró mejor pronóstico en pacientes con tiempo de inmersión  $\leq 10 - 25$  minutos respecto a aquellos con tiempo de inmersión mayor. RR 26,92 (IC 95% 5,06 – 143,30). Las tasas de supervivencia de pacientes con un tiempo prolongado de inmersión se han descrito como probablemente sobreestimadas ya que en la mayoría de los estudios no se incluyen los pacientes fallecidos en el lugar del accidente o incluso en el servicio de Urgencias.

Por su parte, en el momento de esta revisión, el ILCOR continúa considerando la variable “tiempo de inmersión” como el indicador pronóstico más fiable (83). Según la última revisión de esta organización los tiempos de inmersión inferiores a 10 minutos habitualmente se correspondieron con buen pronóstico para la víctima (13). En una revisión de ahogamientos en los Países Bajos el resultado neurológico de los supervivientes tras más de 30 minutos de inmersión fue prácticamente siempre malo (77,89,99,109,121).

#### 1.5.5. Temperatura del agua

Se realizaron grupos con dos intervalos:

##### *1.5.5.1. Temperatura del agua $< 0 \geq 6 - 8$ °C*

Se identificaron 2 estudios que evaluaban temperatura del agua en este intervalo (1.254 víctimas) analizándose supervivencia con buen estado neurológico. La calidad de la evidencia fue muy baja. En el metaanálisis, comparando temperatura  $< 6 - 8$  °C respecto a  $\geq 6 - 8$  °C no se encontraron diferencias significativas. RR 1,47 (IC 95% 0,31 – 8,08) (77,89,99).

##### *1.5.5.2. Temperatura del agua $< 0 \geq 15 - 17$ °C*

Se evaluaron 2 estudios (1.335 pacientes). La calidad de la evidencia fue baja. En ninguno de ellos se encontró asociación entre la temperatura del agua y el pronóstico. En el meta-análisis la temperatura del agua  $< 15 - 17$  °C fue de peor pronóstico que cuando ésta fue  $\geq 15 - 17$  °C. RR 0,76 (IC 95% 0,61 – 0,95) (77).

La creencia extendida de que el agua fría ofrece protección neurológica está basada en baja evidencia, con escasos estudios, de pocos pacientes. Se ha descrito algún caso aislado de buen resultado cuando la hipotermia se produjo de forma rápida,

previamente al ahogamiento, pero su incidencia es anecdótica sin poder extrapolar resultados. En una revisión de ahogamientos en los Países Bajos en condiciones de hipotermia se ha comprobado que en aquellos supervivientes tras ahogamiento en aguas frías con hipotermia inicial y tiempo prolongado de reanimación el resultado neurológico fue de afectación grave (47,72,77,89,123–125).

#### 1.5.6. Presencia de un testigo durante el ahogamiento

Se analizaron 4 estudios con un total de 2.140 pacientes. Solo 1 de ellos evaluaba supervivencia con buen estado neurológico (1.737 víctimas). La calidad de la evidencia fue catalogada como moderada. Para los estudios que analizaban solo supervivencia (3, con 403 víctimas) la calidad de la evidencia se consideró muy baja. El metaanálisis no observó diferencias significativas en cuanto a los resultados de los accidentes presenciados o no presenciados. RR 2,31 (IC 95% 0,67 – 7,89) (67,72,77,106,112).

#### 1.5.7. Otros factores pronósticos

Además de los artículos revisados en el meta-análisis previo, en la literatura hay descritos otros factores sobre los que se ha intentado encontrar asociación con buen o mal pronóstico, como la presencia de parada cardiaca, un tiempo de reanimación superior a 25 minutos, valor en la escala de coma de Glasgow  $\leq 4 - 5/15$ , apnea persistente que requiere reanimación cardiopulmonar al ingreso hospitalario, hiperglucemia al ingreso, pH en sangre arterial  $<7,00 - 7,10$ , o fallo multiorgánico durante el primer día de ingreso (47,65,99,105,106,114,124,126–130). Estos y otros factores se analizan a continuación:

##### 1.5.7.1. Escala de Orlowski

En 1979 Orlowski estableció una clasificación de gravedad de ahogamientos en función unos factores pronósticos desarrollados mediante análisis multi-variante a partir de una revisión de 93 casos de ahogamientos en niños. Estos fueron:

- 1) Edad inferior a 3 años.
- 2) Tiempo estimado máximo de inmersión superior a 3 minutos.
- 3) Reanimación no iniciada en los primeros 10 minutos tras el accidente.
- 4) Paciente en coma al ingreso en el hospital.
- 5) pH en gasometría arterial menor o igual a 7,10.

Con esta clasificación predijo que (dando 1 punto a cada ítem que se cumpliera), con 2 puntos o menos la probabilidad de recuperación total estaba por encima del 90%, mientras que con 3 o más puntos la probabilidad de supervivencia era inferior al 5% (105). Esta escala no se utiliza habitualmente en la actualidad.

#### *1.5.7.2. Estado de las pupilas*

La escala de Orlowski incluye en uno de sus ítems el coma con pupilas fijas no reactivas al ingreso. El estado de las pupilas no ha sido evaluado como factor pronóstico de forma extendida en estudios posteriores (105,116). Sin embargo, en el trabajo realizado por Joanknecht en Sudáfrica sí que se observa correlación con significación estadística entre pupilas dilatadas arreactivas en la primera exploración realizada por los paramédicos que realizaron la reanimación y mal pronóstico (fallecimiento o estado vegetativo) (59).

#### *1.5.7.3. Escala de coma de Glasgow*

En 1981 Dean y Kaufman valoraron la concordancia entre la escala de coma de Glasgow y el pronóstico de los ahogamientos, describiendo con una asignación retrospectiva a 94 pacientes, que aquellos con una puntuación en la ECG menor o igual a 5 un 80% de probabilidades de muerte o secuelas neurológicas graves, mientras que aquellos que tenían una puntuación igual o superior a 6 tenían bajo riesgo de muerte o secuelas neurológicas importantes (128). En el trabajo de Joanknecht también se sitúa el valor de 5 en la ECG como punto de corte a partir del cual se observa mal pronóstico neurológico (59).

En otras revisiones, como la de Son, en lugar de describir la ECG, por datos insuficientes, se categorizó el estado de conciencia como alerta, somnoliento, estuporoso, semicoma y coma. En este trabajo se encontró correlación entre menor nivel de conciencia y peor pronóstico. Esta revisión contaba con 29 pacientes (131).

#### *1.5.7.4. Submersion Outcome Score*

En 1991 Anderson y colaboradores elaboraron el Submersion Outcome Score tras una revisión de 39 casos de ahogamiento. Proponían que si el paciente cumplía al menos 2 de los 3 ítems se podía predecir mal pronóstico. Sin embargo no ha sido confirmado con estudios posteriores. Las variables eran (108):

- 1) pH arterial  $\leq 7,10$ .
- 2) PaO<sub>2</sub>/PAO<sub>2</sub> (gradiente de presión arterial/alveolar de oxígeno)  $\leq 0,35$ .
- 3) Anión Gap  $\geq 15$ .

#### *1.5.7.5. Escala de Szpilman*

En 1997 Szpilman estratificó los pacientes en distintos grupos de riesgo, tras una revisión de más de 1.800 casos de la región de Rio de Janeiro, valorando 4 parámetros: tipo de respiración, auscultación pulmonar, pulso y tensión arteriales. La graduación se expone a continuación.

Grado 1: Auscultación pulmonar normal con tos.

Grado 2: Auscultación anormal con crepitantes en algún campo pulmonar.

Grado 3: Auscultación pulmonar anormal, con crepitantes en todos los campos pulmonares (edema agudo de pulmón), sin hipotensión arterial asociada.

Grado 4: Auscultación pulmonar anormal, con crepitantes en todos los campos pulmonares (edema agudo de pulmón), con hipotensión arterial asociada.

Grado 5: Parada respiratoria, sin parada cardiaca.

Grado 6: Parada cardiorrespiratoria (132).

Esta estratificación se ha utilizado en algunas revisiones, como la de Son, asociando mortalidad con mayor graduación en la escala, pero en la actualidad su uso no está demasiado extendido (131).

#### *1.5.7.6. Duración de la RCP*

En 1991 una revisión retrospectiva llevada a cabo por Quan y colaboradores, en Washington, que incluía 135 pacientes durante 10 años (38 de ellos en parada cardiorrespiratoria), describió la duración de la RCP durante más de 25 minutos como el factor con más fuerte asociación con mal pronóstico neurológico (muerte o secuelas graves como tetraplejia o pérdida de la autonomía del paciente) (113).

#### *1.5.7.7. Realización de RCP básica por testigos*

Existe literatura que avala mejor pronóstico de aquellos pacientes ahogados en parada cardiorrespiratoria a los que se realizó RCP básica (ventilación boca a boca y compresiones torácicas, cuando fueron precisas) por testigos que en aquellos a los que no se realizó RCP hasta que llegaron los equipos de Emergencias Médicas. Aun así la evidencia respecto a la eficacia de la RCP realizada por testigos es limitada en estos casos ya que, además, aquellos casos con una reanimación correcta que evolucionan lo suficientemente bien podrían estar infraestimados (74,83,107,133).

Según la revisión de Fukuda de ahogamientos en Japón entre 2013 y 2016 sí que existió mayor supervivencia con buen estado neurológico (CPC 1 – 2) en el grupo en el que se había llevado a cabo RCP por los testigos respecto al grupo que no. Si bien la

media de edad de este estudio fue de 79 años y no se encontró diferencia estadísticamente significativa en el subgrupo pediátrico (68).

En la revisión llevada a cabo por Claesson en Suecia, publicada en 2014, se describió una disminución del tiempo de aviso a los sistemas de emergencias médicas por parte de los testigos en el periodo 2006 – 2012 respecto al periodo 1992 – 1998, que pasó de una mediana de 5 minutos en primer periodo a una de 3 minutos en el periodo más reciente. Esto se correlacionó con una mayor tasa de recuperación de la circulación espontánea, pero no pudo correlacionarse con mayor supervivencia al mes del evento. También según este trabajo mejoró la frecuencia con la que se realizaron maniobras de reanimación básica por parte de los testigos, pasando esta del 59% al 74% (134).

#### *1.5.7.8. Estado hemodinámico y neurológico inicial*

La asistolia a la llegada a urgencias es un factor de mal pronóstico (habitualmente se trata de pacientes trasladados por paramédicos mientras se realiza RCP), casi siempre finalizando en éxitus. En 1996 Habib y colaboradores describieron tras una revisión retrospectiva de 93 pacientes que habían sufrido ahogamiento el mal pronóstico (fallecimiento o estado vegetativo) de aquellos pacientes que habían llegado en asistolia a urgencias y permanecen con exploración neurológica compatible con coma durante más de 200 minutos (113,129). Esto se corroboró con otras revisiones como la de Joanknecht de 2014 de niños ahogados en Ciudad del Cabo (59). En la revisión de Samprathi se correlaciona parada cardíaca al ingreso con mortalidad (135).

#### *1.5.7.9. Parada cardíaca o respiratoria*

Más recientemente, en 2015, Mtaweh y colaboradores describieron con una serie de 60 casos, la mayor probabilidad de desarrollar fracaso multiorgánico y peor resultado neurológico de aquellos pacientes que sufrían parada cardíaca tras un ahogamiento comparados con aquellos que solo sufrían parada respiratoria (127).

En la revisión que Aures y colaboradores publicaron recientemente, en 2022, se encontró asociación entre parada cardíaca y mortalidad con una OR 3,95 (IC 95% 2,89 – 5,39) (136).

La presencia de un ritmo cardíaco desfibrilable se asoció con mayor supervivencia al mes del ingreso en UCIP según la revisión llevada a cabo por Claesson en 2014 (134).

La mortalidad a largo plazo tras ser dado de alta del hospital según la revisión de Reynolds se correlacionó sobre todo con la evidencia clínica de shock inicial y con mayor edad de los pacientes (137).

#### *1.5.7.10. Lugar del ahogamiento*

El lugar del ahogamiento está condicionado por las características geográficas, climatológicas y socioeconómicas de la zona. El pronóstico también depende de ello en cuanto a la dificultad para realizar un rescate e iniciar maniobras de reanimación precoces cuando estas son necesarias (42,72).

En una revisión llevada a cabo en Korea del Sur, por Jeong, en 2016, se dividió los ahogamientos en 4 grupos: aquellos producidos en aguas “recreacionales”, con regulaciones de seguridad (piscinas públicas y playas) y los producidos en aguas “no recreacionales” (masas de agua dulce naturales y mar abierto). En esta revisión se concluye que aquellas víctimas de ahogamiento que habían sufrido una parada cardíaca en lugares recreacionales tenían una mayor tasa de supervivencia que aquellos que la sufrían tras ahogamiento en localizaciones no reguladas. Tasas de supervivencia al alta tras PCR (138):

- Piscinas públicas: 17,5%.
- Playas reguladas: 9,1%.
- Mar no vigilado: 4,9%.
- Agua dulce no vigilada: 3,3%.

En el trabajo de Al-Fifi se observó peor pronóstico en aquellos niños ahogados en zonas del domicilio destinadas al lavado de ropa que en aquellos niños que se ahogaron en piscinas (34).

En la revisión de Hon se describe peor pronóstico en los niños ahogados en el domicilio que en los ahogados en el exterior, asociado este factor a mayor tiempo de inmersión (7).

#### *1.5.7.11. Día de la semana*

En la revisión de Shenoi de 2016 se observó que la probabilidad de mal pronóstico, si el ahogamiento en una piscina se producía entre semana (de lunes a viernes), era hasta el triple que si éste transcurría en fin de semana (sábado o domingo). La hipótesis de los autores para este tipo de pronóstico es que, en las piscinas de zonas residenciales, los fines de semana suele haber mayor masificación, por lo que es más probable que se realice un rescate precoz cuando se produce un accidente (74).

#### *1.5.7.12. Neumonía aspirativa precoz*

En un trabajo publicado en 2017 por Cerland y colaboradores se analizó la presencia de neumonía aspirativa en pacientes que habían ingresado tras un episodio de ahogamiento en un hospital de Martinica durante un periodo de 4 años. Se trataba de pacientes de todas las edades (niños y adultos). La mayoría de los ahogamientos se

produjeron en el mar. No se obtuvo correlación entre la presencia de neumonía y el pronóstico (139). El tipo de gérmenes que puede originar neumonías en los pacientes ahogados es muy variado y depende de múltiples factores como el tipo de agua (dulce o salada), su temperatura o el grado de contaminación (93,139,140).

#### *1.5.7.13. Edema cerebral y encefalopatía hipóxico-isquémica*

En la reciente publicación de 2022 de Aures y colaboradores, en la que se revisó la base de datos estadounidense “Virtual Pediatric Systems Database” en la que se recogían datos entre 2010 y 2019 de 143 UCIPs se encontró relación, entre otros factores, de la presencia de edema cerebral y la mortalidad de los niños ingresados tras ahogamiento (OR 3,44; IC 95% 2,29 – 5,17). No se analizó la correlación entre edema cerebral y secuelas neurológicas en supervivientes (136).

También se encontró en esta revisión relación entre la presencia de encefalopatía hipóxico-isquémica mortalidad con una OR de 2,75 (IC 95% 2,12 – 3,55) (136).

#### *1.5.7.14. Fracaso respiratorio o SDRA*

La asociación en el estudio comentado previamente entre presencia de SDRA y mortalidad tuvo una OR de 1,74 (IC 95% 1,35 – 2,24) (136).

#### *1.5.7.15. Insuficiencia renal aguda*

También se revisó en dicho trabajo este diagnóstico, pero se encontró una OR de 1,10 con un IC 95% de 0,68 – 1,80 (136).

#### *1.5.7.16. Necesidad de ECMO*

También en el trabajo de Aures se analizó el pronóstico de aquellos pacientes menores de 18 años que fueron canulados para realización de ECMO (sin discriminar si esta terapia se realizó mediante la técnica veno-venosa o veno-arterial) tras un episodio de ahogamiento. No se encontró asociación entre la necesidad de ECMO y mortalidad, con una OR de 0,33 IC 95% 0,16 – 0,68) (136).

#### *1.5.7.17. Procedimientos de cuidados intensivos*

La necesidad de ventilación mecánica (OR 3,75; IC 95% 1,97 – 7,13) y de canalización de una vía central (OR 2,41; IC 95% 1,66 – 3,50) también se asociaron a mayor mortalidad (136).

#### *1.5.7.18. Transporte desde otro centro*

Por último, en la revisión de Aures, se encontró una mayor mortalidad entre los pacientes trasladados desde otro centro a la UCIP donde se realizaron los cuidados



definitivos (OR 2,12; IC 95% 1,64 – 2,76), atribuyendo esta mayor mortalidad a la posible falta de acceso a cuidados intensivos pediátricos especializados de forma inicial o a problemas surgidos durante el transporte (136).

#### *1.5.7.19. Tiempo de traslado*

En una revisión realizada en Arabia Saudí se correlacionó mejor pronóstico en niños en los que el traslado desde el lugar del ahogamiento hasta el hospital duró menos de 5 minutos (38).

#### *1.5.7.20. Alteraciones bioquímicas*

En el trabajo de Grmec, que consideraba paradas cardíacas de adultos y niños, se observaron valores iniciales inferiores de potasio en la analítica sanguínea de los supervivientes al ingreso en UCI comparados con aquellos que fallecieron (84). Se describió en aquellos niños con mala evolución valores medios más bajos de bicarbonato, exceso de base más negativo y más elevados de sodio, aspartato aminotransferasa (AST), alanin aminotransferasa (ALT) y glucemia (131).

La revisión de Schumacher, que incluyó 51 pacientes trasladados de forma primaria por un helicóptero durante 10 años, también encontró correlación entre valores más elevados de AST y ALT con mal pronóstico neurológico (141).

Por otra parte, en la revisión de Vähätalo, también se encontró correlación significativa entre el pH menor, exceso de base menor y glucemia inicial más elevada con mortalidad (106).

#### *1.5.7.21. Presencia de vómitos*

La revisión de Farr de 2015 encontró correlación inversa entre la presencia espontánea de vómitos en la reanimación inicial tras el ahogamiento de niños con éxitos a las 24 horas del evento y con mal pronóstico neurológico al alta hospitalaria. Se postuló que esto podría deberse a que la presencia de reflejo nauseoso intacto se producía cuando el tiempo de inmersión era escaso, a pesar de que en el grupo de pacientes que presentó vómitos fue menos frecuente la actuación sobre la vía aérea reanimándose éstos sobre todo con compresiones torácicas. Los autores no recomiendan la inducción al vómito durante la reanimación ya que esta no implicaría la presencia de reflejo nauseoso persistente (86).

## 1.6. PREVENCIÓN

La mayoría de los ahogamientos son evitables. El principal método para ello es la prevención. Si éstos se llegan a producir el objetivo será evitar el fallecimiento del accidentado mediante el rescate y la reanimación. Se trata pues de prevención primaria, secundaria y terciaria (44).

- Prevención primaria: “medidas que evitan que el suceso o incidente ocurra”. Por ejemplo, la colocación de barreras que impidan el acceso al agua o enseñar a nadar.
- Prevención secundaria: “medidas aplicadas durante el suceso y que reducen las consecuencias o la gravedad de las lesiones provocadas”. Por ejemplo, la realización de un rescate seguro.
- Prevención terciaria: “medidas aplicadas tras la ocurrencia del suceso cuya finalidad es reparar los daños causados”. Por ejemplo la correcta aplicación de protocolos asistenciales como las maniobras de RCP (142,143).

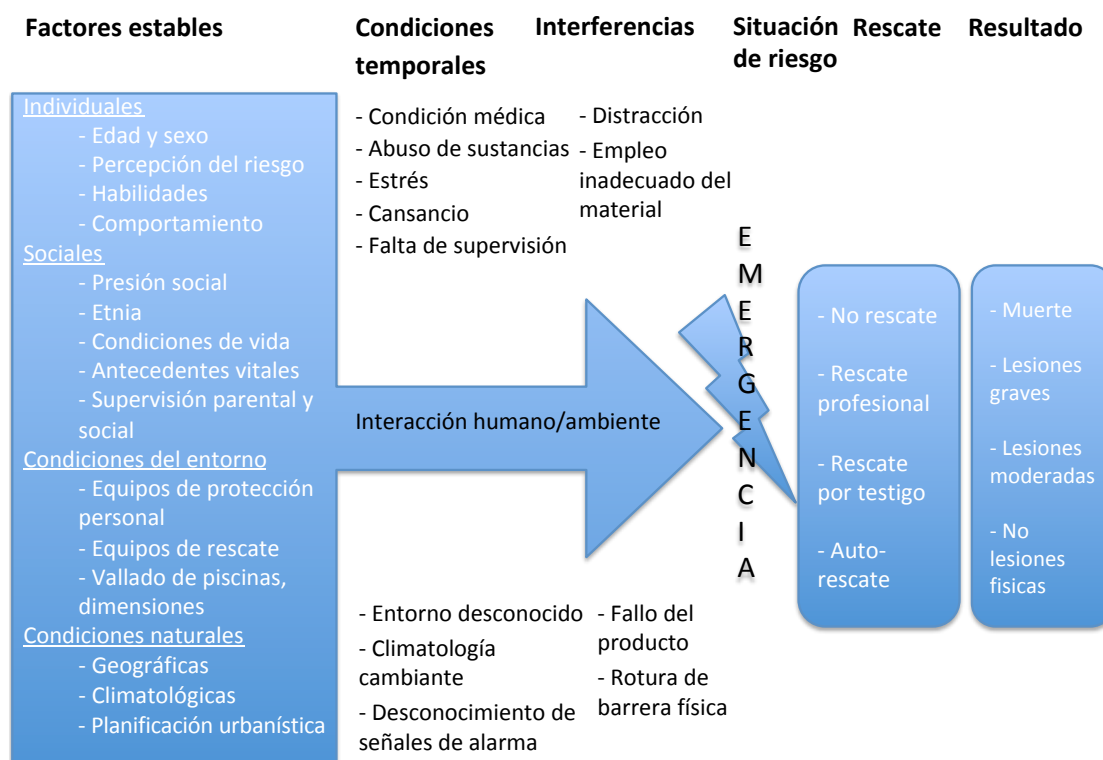


Figura 10. Concepto de prevención de lesiones basado en múltiples factores. Adaptado de: Wilson J, Knape H, Bierens J, Rogmans W, Brenner R, Moran K, et al. The Prevention of Drowning Task Force on the Prevention of Drowning Section editors: Purposes and Scope of Prevention of Drowning 87.

Las posibles medidas preventivas variarán según si se pretenden aplicar en países con ingresos elevados, medios o bajos, por las distintas localizaciones donde se producen los ahogamientos, las características socioculturales de la población y los medios económicos disponibles. Los programas a desarrollar deberán ser culturalmente

apropiados, adaptados a la población, diseñados para obtener objetivos específicos y que no pongan en riesgo importante a los participantes (35,144).

Tras el Congreso Mundial de Ahogamientos de 2002 se sugirieron 3 rutas básicas de prevención (44), ejemplificadas en la tabla 10.

Ruta	Medios	Ejemplos en aguas abiertas	Ejemplos en instalaciones artificiales
1. Eliminar, reducir o cambiar el riesgo (enfoque: entorno físico)	Disminuir el peligro  Adaptar el medio	Drenar estanques o lagos  Eliminar posibles lugares de peligro subacuático en áreas recreativas	Disminuir las zonas profundas de piscinas  Cubrir piscinas  Disminuir la distancia vertical entre superficie del agua y la superficie de la tierra
2. Cambiar comportamientos de riesgo, supervisión, destrezas (enfoque: ser humano)	Aumentar la conciencia de los riesgos  Educar a los padres  Entrenar a los niños  Capacitar a los padres y jóvenes en rescate	Campañas sobre seguridad en la playa  Programas de educación familiar sobre riesgos  Mejorar la capacitación en deportes acuáticos	Programas de natación en las escuelas  Simulacros de seguridad en piscinas  Concienciación de los padres sobre ahogamientos durante el baño
3. Evitar el contacto con el lugar de riesgo	Socorristas  Equipos de protección personal  Barreras	Áreas separadas para barcos o surf de los bañistas  Chalecos salvavidas	Áreas separadas de natación y de formación    Vallar piscinas privadas

Tabla 10. Rutas básicas de prevención de los ahogamientos. Adaptado de Wilson J, Knape H, Bierens J, Rogmans W, Brenner R, Moran K, et al. The Prevention of Drowning Task Force on the Prevention of Drowning Section editors: Purposes and Scope of Prevention of Drowning 87.

En la actualidad la máxima autoridad global que ofrece recomendaciones respecto a la prevención de los ahogamientos es la Organización Mundial de la Salud (OMS). En su informe de 2017 propone 6 intervenciones:

- 1) “Instalar barreras para controlar el acceso al agua.
- 2) Ofrecer lugares seguros (por ejemplo, una guardería) lejos del agua, para niños en edad preescolar, con servicios de cuidados competentes.

- 3) Enseñar a los niños en edad escolar a nadar y competencias para la seguridad en el agua.
- 4) Formar a las personas del entorno en rescates seguros y reanimación.
- 5) Establecer y hacer cumplir reglamentos para las embarcaciones de recreo y transporte y los transbordadores.
- 6) Crear resiliencia y gestionar los riesgos de inundación y de otro tipo en el plano local y el nacional” (39).

Existen varias revisiones sistemáticas que evalúan las medidas preventivas llevadas a cabo en los últimos años. En nuestro país, en 2014, Rubio y colaboradores, en nombre del Comité de Seguridad y Prevención de Lesiones No Intencionadas (CSPLI) en la Infancia de la Asociación Española de Pediatría, revisaron las medidas preventivas adaptadas a nuestro entorno y emitieron unas recomendaciones de seguridad (24,40,145,146).

Todas estas recomendaciones se exponen a continuación comenzando por las medidas propuestas por la OMS y siguiendo a continuación por otras encontradas en la literatura.

#### 1.6.1. Barreras para controlar el acceso al agua

Las barreras físicas tienen como objetivo separar al niño del peligro. Esta medida, en principio, es más aplicable en países con ingresos altos (donde la mayoría de los ahogamientos infantiles ocurren en piscinas vigiladas de forma incorrecta) aunque potencialmente podría aplicarse a la mayoría de los países. Se considera que, en aquellos con ingresos altos las medidas pasivas, como la colocación de barreras, son más eficientes que aquellas que implican cambios en el comportamiento. El tipo de barreras dependerá la masa de agua, el entorno, la sostenibilidad y la aceptación por parte de la comunidad (147).

##### 1.6.1.1. Vallas

Las vallas que cierran la piscina por los cuatro costados y con sistema de cierre automático ha demostrado ser una estrategia de prevención efectiva. La altura recomendada de la valla es al menos 140 – 150 cm y no debe poder ser atravesada en su parte inferior (con una distancia máxima desde el suelo hasta el borde inferior de 10 cm). El cierre debe ser automático y estar a una distancia que los niños más pequeños no puedan alcanzar (al menos 134 cm por encima del suelo). Esta medida ha demostrado ser efectiva en zonas templadas, como por ejemplo Australia, donde el vallado de piscinas privadas es obligatorio y sometido a inspecciones periódicas desde el año 1992. Con esta intervención podría disminuirse el riesgo de ahogamiento hasta en un 17% respecto a las piscinas domiciliarias no valladas. En países con ingresos elevados, con la mayor tasa de ahogamientos en piscinas, es necesario legislar a favor de estas instalaciones para obtener el máximo beneficio (24,39,41,44,146–155).

Pueden asegurarse también mediante vallado los pozos o colocarse barandillas en puntos de agua peligrosos como estanques de jardines. Cuando existen masas de agua más difíciles de vallar, como embalses de granjas, algunas alternativas son crear áreas de juego seguras o vallar las puertas de las casas para que los niños no puedan salir sin supervisión, mejorando así la seguridad del entorno (39,147).

#### *1.6.1.2. Parques*

Cuando no es posible el vallado de la masa de agua, un entorno seguro hasta en torno a los 24 meses son los parques (estructuras cerradas por los cuatro lados, con barras laterales y horizontales o con mallas y habitualmente con una base). Deben estar colocados en zonas alejadas de otros peligros, sin elementos que puedan favorecer la asfixia como mantas o sábanas y no tener desperfectos. Es necesario valorar la madurez del niño ya que con el paso de los meses puede aprender a salir del parque de forma autónoma (39,147,156).

#### *1.6.1.3. Barreras en las puertas*

Su instalación se ha puesto en práctica en países como Filipinas o Bangladesh y su eficacia aún debe ser evaluada. Las condiciones estructurales deben ser similares a las recomendadas en los parques. Para abrir su sistema de cierre debe ser necesario aplicar una fuerza mayor a la del niño al que se quiere proteger o tener un mecanismo más complejo que el que su madurez le permita abrir (39,147).

#### *1.6.1.4. Cubrir pozos, tanques y cisternas*

El impacto de estas medidas aún no ha sido estudiado de forma extensa. Deben utilizarse barreras lo suficientemente altas para que no puedan ser escaladas por niños y coberturas con materiales de la suficiente resistencia como para que nadie pueda caer dentro de forma accidental. La principal limitación de esta medida es el coste económico (39,147).

#### *1.6.1.5. Coberturas de piscinas*

No están evaluadas de forma suficiente. Si se utilizan lonas deben ser de una firmeza suficiente para soportar el peso de un niño y deben cubrir toda la extensión de la piscina para evitar que los niños puedan introducirse en el agua por algún borde y luego queden atrapados (24).

### *1.6.2. Ofrecer lugares seguros*

Esta medida va enfocada sobre todo a países con ingresos medios y bajos, en los que los ahogamientos infantiles es más probable que ocurran cuando los cuidadores están ocupados en su trabajo o labores domésticas. En determinadas zonas geográficas

no es posible llevar a cabo un vallado de las masas acuáticas, disponer de sistemas de flotabilidad adecuado o de socorristas. Crear entornos como guarderías es una intervención que puede mejorar la prevención de ahogamientos en niños pequeños (0 – 5 años) para evitar que la supervisión recaiga sobre los hermanos. Se han llevado iniciativas en este sentido en Bangladesh, India y Camboya, con financiación limitada en el tiempo (39,157).

En Bangladesh se desarrolló el programa “PRECISE” (Prevention of Child Injuries through Social-Intervention and Education), que incluía varias acciones. Una de ellas, denominada “Anchal” (acondicionar casas como guarderías para en torno a 25 niños, supervisadas cada una de ellas por 2 mujeres locales, que previamente recibieron formación para ello) demostró ser una medida costo-eficiente en población del entorno rural (sin llegar al nivel de las lecciones de natación), ofreciendo a su vez otras medidas beneficiosas para la salud de los niños, con beneficios intangibles, no evaluados económicamente en el estudio, como son la estimulación precoz, la educación preescolar, asegurar una nutrición suplementaria, la inculcación de medidas higiénicas como el lavado de manos o incluso otros como la ocupación laboral de mujeres de la población local. Además los mayores costes de esta medida se produjeron durante la inversión inicial, de acondicionamiento del local y formación del personal responsable de la guardería, reduciéndose a partir del segundo año, manteniéndose los beneficios (157).

### 1.6.3. Enseñar natación y competencias acuáticas a los niños en edad escolar

Tras el primer congreso sobre ahogamientos se enfatizó en que todas las personas, en especial algunos profesionales como policías y bomberos (ya que pueden ser los primeros en atender a víctimas de ahogamientos en muchas ocasiones) deberían aprender a nadar. De forma ideal deben hacerlo en edad escolar. Las competencias en el medio acuático son fundamentales sobre todo cuando existe una exposición continuada. Esta medida preventiva afecta a países de todos los niveles económicos. Cuando se habla de competencias en el medio acuático se refiere no solamente a saber nadar, sino a adquirir las actitudes, juicio y comportamiento adecuado adaptado al medio. De forma ideal las lecciones deberían comprender apartados sobre flotación, seguridad, rescate y reanimación. Está descrito que adquiriendo estas competencias podría disminuirse las tasas de ahogamiento fatales en hasta un 90% (44,158,159).

No hay consenso en cuál es la definición de natación. El objetivo de las lecciones es fundamentalmente adquirir habilidades para flotar y propulsarse mediante brazadas y control de la respiración, para poder cubrir una determinada distancia. La Cruz Roja Americana propuso en 2015 que las competencias acuáticas mínimas debían incluir:

- 1) “Entrada en el agua con inmersión completa.
- 2) Salida a superficie y flotación durante al menos 1 minuto.

- 3) Girar 360º y saber dirigirse hacia un punto de salida.
- 4) Nivelarse y desplazarse en posición frontal y/o de espaldas durante al menos 25 yardas (23 metros).
- 5) Salir del agua” (44,160).

El ensayo de cohortes llevado a cabo en Bangladesh que evaluaba las lecciones de natación estructuradas, “SwimSafe” dentro del programa PRECISE, llevado a cabo entre 2006 y 2010, demostró una reducción significativa de ahogamientos mortales de niños en edad escolar, además de la costo-efectividad de esta medida (157).

El programa “SwimSafe” ofrece además de lecciones de natación, nociones básicas de seguridad en el medio acuático y de rescate seguro. Va dirigido principalmente a niños de edades en torno a los 4 – 12 años, momento en el que ya se considera que tienen suficiente capacidad física para nadar una distancia de aproximadamente 25 metros sin ayuda. También se promulga que los instructores del programa sean personal local, con los beneficios que esto supone en cuanto a oportunidades laborales para esta población, además de conocimiento del idioma y costumbres de la población diana (39,157).

Habilidades respiratorias	Meter la cabeza en el agua
	Sumergirse y soplar burbujas
	Aguantar la respiración y exhalar soltando burbujas
Habilidades de natación	Caminar dentro del agua
	Caminar sujeto tirando de un brazo
	Flotar con ayuda
	Flotar sin ayuda
	Hacer patada de natación sujeto
	Avanzar y deslizarse sin ayuda
	Avanzar y deslizarse con patadas
	Nadar mediante patadas y brazadas con ayuda del instructor o tabla de flotación
	Desplazarse mediante patadas y brazadas controlando la respiración
	Avanzar y deslizarse mediante patadas y brazadas
Competencias de supervivencia	Nadar 25 m
	Flotar 30 s
Técnicas básicas de rescate	Ser rescatado con una vara
	Rescatar a otro mediante una vara y cuerda desde la orilla
	Rescatar a otro utilizando objetos flotantes

Tabla 11. 18 habilidades básicas enseñadas en el programa SwimSafe. Adaptado de: Stallman R, Moran K, Brenner R, Rahman A. Swimming and Water Survival Competence. In: Drowning. Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 197–206.

No hay consenso en la literatura sobre cuál es el mejor momento para iniciar las clases de natación. En países con ingresos medios y bajos, el momento de iniciar las clases, según recomendaciones globales, sería en torno a los 6 años. Los niños deben ser evaluados médicamente antes de iniciar las lecciones (antes de los 6 años podría ser difícil detectar algunas discapacidades en determinados entornos), para detectar pacientes de riesgo (epilépticos, asmáticos, con discapacidades o malnutrición). No está suficientemente estudiado como debe enfocarse la enseñanza de natación a los niños de riesgo. El lugar preferido para llevarlos a cabo son las escuelas ya que suelen tener más acceso a zonas acuáticas seguras (39,158,161).

Los niños menores de 6 años pueden recibir lecciones si son lo suficientemente maduros, sanos y el entorno para recibir las clases es seguro. En torno a 2 – 5 años pueden adquirir ya la mayoría de las habilidades que aumentan la seguridad en el medio acuático, por lo que podría existir una reducción del riesgo de ahogamiento, pero la evidencia científica es escasa. En países con ingresos elevados está descrito que los niños en torno a 1 año podrían beneficiarse de adquisición de habilidades motoras como el control de la respiración, un mínimo control postural y adopción de conductas enfocadas a mejorar la seguridad en dicho medio. La introducción de lecciones de natación en edades precoces favorece el desarrollo de estas habilidades en edades posteriores (158,162).

Hay que tener en cuenta que el exceso de confianza de nadadores experimentados puede hacer que tengan conductas de mayor riesgo que aquellos inexpertos (por ejemplo, nadar solos), lo que incrementa el riesgo de accidentes. Además, no hay que obviar que haber recibido lecciones de natación no garantiza el comportamiento adecuado en situaciones de estrés (como caer al agua de forma accidental o tener que nadar con ropa) o en determinadas condiciones meteorológicas (corrientes, aguas frías). Además, la gestión del estrés puede ser peor en niños que en adultos (44).

Que un niño haya aprendido a nadar en una piscina no implica que pueda hacerlo en un medio natural, por lo que la precaución y supervisión en este entorno debe ser constante (24).

En resumen, incluir lecciones de natación en el currículo escolar aumenta las posibilidades de que estos niños aprendan a nadar. En los programas de natación se debe enseñar, además de las competencias básicas de natación (entrada en el agua, brazadas, patadas, control de la respiración y flotabilidad), técnicas de auto-rescate (poder cambiar de decúbito prono a decúbito supino flotando sobre el agua, encontrar la posición de máxima flotabilidad según las corrientes de agua, etc.), habilidades cognitivas (pedir permiso a los cuidadores antes de entrar en el agua, no nadar nunca solos o, en niños mayores, reconocer riesgos como corrientes, olas o los efectos del alcohol) (44,154,158).



#### 1.6.4. Gestionar los riesgos de inundación

Las inundaciones son el fenómeno natural que afecta a más personas globalmente (especialmente en Asia), y el ahogamiento es la causa más importante de mortalidad en estos casos. Estos eventos podrían aumentar en el futuro debido al cambio climático y el crecimiento urbano poco controlado. Las medidas preventivas para estos accidentes pasan por educar a la comunidad de los riesgos de inundación, desarrollar sistemas de alerta temprana, de respuesta a desastres y planificar el desarrollo urbano adecuado evitando zonas potencialmente peligrosas y creando estructuras de protección seguras (39,163).

#### 1.6.5. Formar a las personas del entorno en rescates y reanimación

Se trata de una medida de prevención secundaria. El rescate y la reanimación tienen efectos limitados en la morbilidad y mortalidad en los ahogamientos. A pesar de la que las medidas de prevención primaria son en general más costo-eficientes, el rescate y reanimación inicial por testigos o personas del entorno puede disminuir la mortalidad (39).

Los programas de formación en reanimación están mucho más extendidos en países con ingresos elevados. Además de la reanimación también deben comprender nociones básicas de rescate, para evitar exponerse al riesgo. Deben estar adaptados al entorno local (masas de agua donde se producen habitualmente los ahogamientos). Muchas veces los rescatadores pueden ser otros niños por lo que los programas de formación deben iniciarse en la infancia, sin quedar claro la edad óptima, aunque parece que ésta debe ser en torno a los 12 años (39).

Los cursos deben ser con contenido mayoritariamente práctico y siguiendo las recomendaciones internacionales redactadas por los organismos competentes. En ocasiones la estrategia de “formar al formador” puede ser adecuada para aumentar rápidamente la población beneficiada. También es conveniente realizar cursos de repaso ya que a partir de los 3 – 12 meses de la formación comienzan a perderse competencias (39,78,81,82,154).

#### 1.6.6. Establecer reglamentos para las embarcaciones

Esta medida va dirigida tanto a grandes embarcaciones de transporte como pequeñas embarcaciones de recreo. Las intervenciones deben ser tanto normativas (supervisando el cumplimiento de las mismas) como educativas (39).

No hay muchos estudios que evalúen estas medidas, pero parece que llevar chalecos salvavidas homologados podría reducir hasta un 50% las muertes por ahogamiento cuando se producen accidentes acuáticos, aunque no protegen de la

hipotermia o hemorragias. Es habitual que en muchas embarcaciones los sistemas de flotabilidad sean utilizados por niños pero no por adultos, que los perciben como innecesarios, por lo que se debe considerar legislar a favor de la obligatoriedad de su utilización en determinados tipos de vehículos acuáticos (39,154,164).

Para minimizar los errores humanos en las grandes embarcaciones se ha sugerido que utilizar sistemas formativos y de control, que incluyan a tripulantes y pasajeros, similares a los llevados a cabo por las aerolíneas, podría ser beneficioso. Debe establecerse y comunicarse, a la tripulación y pasajeros, el plan de evacuación de cada embarcación. Esta cultura de seguridad debe estar regulada por el gobierno local. También influyen en los accidentes de navegación las condiciones meteorológicas, por lo que es necesario conocer y divulgar dicha información, así como evitar la sobrecarga de las embarcaciones (39).

En cuanto a las embarcaciones pequeñas, la mayoría de los accidentes ocurren en países con ingresos medios y bajos, durante la pesca o el transporte de pasajeros en distancias cortas. Estas embarcaciones son más inestables y vulnerables a las condiciones meteorológicas. Además, hay que evitar el consumo de alcohol y drogas ilegales durante su utilización, disponer de equipo de seguridad a bordo y chalecos salvavidas (39).

#### 1.6.7. Supervisión

La vigilancia de cualquier niño que se encuentre en un entorno acuático es una medida preventiva fundamental para evitar estos accidentes. La forma adecuada de llevarla a cabo es por un adulto, que sepa nadar y tenga conocimientos para realizar un rescate en ese entorno y a una distancia cercana (que le permita alcanzarlo estirando los brazos) (24).

#### 1.6.8. Señalización en playas y piscinas

La señalización de las condiciones del mar para el baño en las playas influye en el riesgo de accidentes por ahogamiento ya que puede disuadir de comportamientos de riesgo. De forma idónea estas señalizaciones deberían seguir un código internacional, por ejemplo, con banderas (44,154).

En las piscinas debe estar indicada en los lados la profundidad. Solo se debería permitir zambullirse de cabeza cuando la profundidad sea superior a 180 cm. Se debe recomendar a los niños que se tiren de pie (24).

#### 1.6.9. Sistemas de flotabilidad personal

Además de ser útiles en embarcaciones, en algunos países están siendo evaluados para otras actividades como para aumentar la seguridad de niños que juegan cerca del agua o para ayudar a nadadores inexpertos. También se utilizan habitualmente en actividades como el esquí acuático o navegar en kayak. Es necesario que estén homologados por las autoridades pertinentes y sean del tamaño adecuado y adaptado al niño. Algunas limitaciones para su uso son el coste y la incomodidad, aunque ésta ha mejorado en los últimos años. Incluso se han diseñado sistemas autoinflables para emergencias durante determinadas actividades como nadar en aguas abiertas, aunque todavía deben ser evaluados para comprobar su seguridad. Los sistemas que pueden deshincharse fácilmente (como manguitos) no son seguros y no deberían ser utilizados por niños ya que pueden ofrecer una falsa seguridad al niño y los supervisores al utilizarlos (24,164).

#### 1.6.10. Evitar el alcohol y otras drogas

A pesar de que en los últimos años se ha legislado para evitar el consumo de alcohol previamente a la conducción de vehículos a motor en carretera no se ha dado tanta importancia a su influencia en los accidentes acuáticos. Además de estar implicado en muchos ahogamientos de adultos, causa accidentes de embarcaciones y está presente en muchos accidentes con lesión medular tras zambullidas. La legislación sobre el nivel de alcoholemia permitido a la hora de llevar a cabo actividades como navegar, bucear o nadar debería tener límites similares a la conducción de automóviles. Cuando los adultos que supervisan a niños durante el baño consumen alcohol también disminuye la atención sobre los mismos (20,154,165).

#### 1.6.11. Socorristas

La presencia de socorristas también influye de forma distinta en playas o piscinas, ya que la extensión de agua a vigilar es mucho mayor en las playas. Depende del grado de atención individual y de las habilidades de cada uno a la hora de llevar a cabo un rescate. Su presencia puede tener un efecto disuasorio sobre comportamientos de riesgo como el consumo de alcohol. Por otro lado, también puede ofrecer una sensación excesiva de seguridad que haga distraer la vigilancia de los cuidadores sobre los niños.

En una revisión llevada a cabo en Singapur en 2004 se concluyó que todos los fallecimientos de niños registrados tras ahogamientos en piscinas se produjeron en aquellas que no tenían socorrista, aunque el número de pacientes fue pequeño (2 fallecimientos de 38 ahogamientos). En cambio, en este mismo estudio sí que se registraron fallecimientos tras ahogamiento en el mar a pesar de la presencia de socorrista (166).

Por todo ello, a pesar de que su presencia puede ser un elemento importante, no debe hacer disminuir la supervisión de los niños por un adulto (24,44,154,167).

En Baleares la presencia de socorristas en playas viene determinada por la normativa vigente (“Decreto 2/2005, de 14 de enero, regulador de las medidas mínimas de seguridad y protección que han de cumplir las playas y zonas de baño de la Comunidad Autónoma de las Illes Balears” modificado por el decreto de 2015 y el “Reglamento Sanitario de Piscinas de los establecimientos de alojamiento turístico y de las de uso colectivo”) que determinan que en playas debe haber al menos un socorrista de actividades acuáticas por cada 400 metros (aunque esto puede variar en función del riesgo atribuido a la playa) y en piscinas públicas un socorrista por cada 250 plazas de aforo (168–170).

#### 1.6.12. Sistemas de seguridad en elementos de piscinas

Los desagües de piscinas (incluso aquellos de otras instalaciones como hidromasajes) deben tener sistemas de seguridad (como por ejemplo rejillas) para evitar atrapamientos y succión del pelo u otras partes del cuerpo (24,168).

Las alarmas que avisan cuando se produce un movimiento en la piscina por caída al agua de algún objeto o persona, o aquellas de infrarrojos en el perímetro de la piscina, son insuficientes como únicos elementos de seguridad aunque pueden utilizarse para sumar sus efectos a otras medidas como el vallado (24). Tienen los inconvenientes de una elevada tasa de “falsas alarmas” y de que es necesario activarlas para que funcionen, por lo que su olvido anula su utilidad (41).

#### 1.6.13. Adecuar la percepción del riesgo mediante campañas de difusión

Habitualmente se tiende a minimizar la percepción del riesgo por la población general y a sobreestimar la efectividad de los posibles tratamientos cuando se produce un accidente. La percepción del riesgo de cada individuo está muy influenciada por la experiencia personal y otros parámetros socioculturales y educacionales. La familiaridad con la que alguien se encuentra con un peligro hace que dicha situación sea percibida de forma subjetiva como más o menos insegura. Además, los niños pequeños pueden no tener la percepción innata de peligro. Las campañas de información y comunicación deben concentrarse en las poblaciones con mayor riesgo y con los mensajes adecuados (39,44).

No está suficientemente evaluado como influyen las campañas de información de los medios de comunicación en la población general en este aspecto, pero es un elemento que sin duda puede favorecer la seguridad. En 2017 Denehy y colaboradores publicaron un estudio realizado en Australia en el que evaluaban el cambio en la

percepción del riesgo por los padres o cuidadores de niños menores de 5 años tras ver un vídeo elaborado para alertar sobre los peligros de los ahogamientos infantiles (171).

La tecnología actual permite iniciativas como la difusión de mensajes de texto o con imágenes y vídeos a teléfonos móviles, de forma periódica, alertando de los peligros de los ahogamientos, a poblaciones específicas. En países como Bangladesh se están llevado a cabo estudios sobre estas medidas sin tener todavía resultados publicados (172).

También se han llevado a cabo iniciativas de divulgación y prevención en colegios para niños desde 5 a 15 años. Parece que son más efectivas en cuanto a cambios de comportamiento y percepción de peligros en los niños más pequeños que en adolescentes (40,173–176).

Otras iniciativas tienen que ver sobre la incentivación del uso de chalecos salvavidas en embarcaciones, pero han sido enfocadas hasta ahora para países con ingresos elevados (177).

#### 1.6.14. Vehículos aéreos no tripulados (drones)

En los últimos años, con el desarrollo tecnológico, han surgido nuevas alternativas para el rescate de víctimas de ahogamientos. En 2018 Seguin publicó un estudio experimental en el que se utilizaban vehículos aéreos no tripulados (drones) para localizar y hacer llegar dispositivos de flotación individual a supuestas víctimas (socorristas que simulaban situaciones de ahogamiento). Tras realizar 28 test obtuvieron reducción significativa del tiempo de respuesta comparado con el rescate por socorristas, sobre todo cuando las condiciones de las aguas abiertas eran desfavorables (178). Es necesario llevar a cabo más estudios para evaluar este método de rescate.

#### 1.6.15. Recomendaciones a las familias

En nuestro país, el CSPLI publicó en 2015 un artículo con una serie de recomendaciones que deben darse por los médicos (en especial pediatras) a los padres y cuidadores para prevenir accidentes por ahogamiento:

- “No dejar al niño solo, bajo ningún concepto, en bañeras, piscinas, hidromasajes o cualquier otro entorno acuático.
- Vaciar los recipientes de agua (como cubos) después de usarlos.
- Advertir de los peligros de los asientos de baño para lactantes, por lo que no deben utilizarse sin vigilancia.

- No dejar a los niños sin supervisión en los cuartos de baño para evitar ahogamientos en inodoros.
- Vigilar en todo momento a los niños que se encuentren en torno a masas acuáticas, a una distancia prudencial y evitando distracciones como teléfonos o socializar.
- Hay que recomendar que los adultos que supervisen niños en entornos acuáticos sepan nadar, rescatar, iniciar maniobras de reanimación cardiopulmonar y pedir ayuda.
- Los pediatras deben conocer las condiciones socioeconómicas de cada familia de forma aproximada, así como si tienen o no piscina en su domicilio, para advertirles de los riesgos que esta supone, e informar de los dispositivos de seguridad adecuados.
- Se debe recordar que las clases de natación no garantizan la seguridad frente a los ahogamientos y que deben complementarse con las otras medidas recomendadas.
- Hay que recomendar que todos los niños que viajen en embarcaciones o estén en torno a masas acuáticas lleven puestos dispositivos de flotabilidad personal, preferiblemente chalecos salvavidas homologados.
- Exponer los peligros de las zambullidas en la producción de lesiones medulares. Los padres o cuidadores deben conocer la profundidad antes de dejar que los niños se zambullan en la piscina y deben recomendar que se tiren siempre de pie.
- Si los niños van a bañarse en superficies abiertas de agua, deben hacerlo preferiblemente en aquellas vigiladas por socorristas.
- Informar a los adolescentes de los riesgos de consumir alcohol o drogas mientras se realizan actividades acuáticas.
- Aconsejar a los niños epilépticos que naden o se bañen siempre acompañados.
- Recomendar a los cuidadores que no disminuyan el nivel de vigilancia sobre los niños a pesar de que previamente se hayan tomado otras medidas preventivas” (24).

### 1.6.16. Intervenciones a nivel estatal y autonómico

#### 1.6.16.1. Normativa vigente

En nuestro país la normativa sobre piscinas fue establecida por la Orden de 31 de mayo de 1960 sobre piscinas públicas, y la Orden de 12 de julio de 1961 por la que se someten las piscinas privadas a lo dispuesto en la Orden previa. En ellas se disponen sobre todo reglamentos sobre la construcción y cuidados de la piscina, y en cuanto a la seguridad, establecen que las piscinas públicas deben contar al menos con 2 socorristas (o más si su aforo permitido es mayor de 200 bañistas) (179,180).

Esta normativa fue actualizada en un Real Decreto en 2013 (RD 742/ 2.013 de 27 de septiembre, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de las piscinas). En él se expone que en la piscina se debe disponer de “Material divulgativo sobre prevención de ahogamientos, traumatismos craneoencefálicos y lesiones medulares” (181).

En Baleares la normativa autonómica vigente para regulación de piscinas es el “Reglamento Sanitario de Piscinas de los establecimientos de alojamiento turístico y de las de uso colectivo” aprobado en 1995, que se refiere a piscinas de uso público y no a aquellas de uso privado o de comunidades de vecinos. Establece sobre todo medidas higiénicas. Entre las medidas para prevención de accidentes destacan:

- “Presencia de salvavidas cada 20 metros.”
- “Todos los *skimmers*, drenajes, vertederos, tanques y otros dispositivos mecánicos de la piscina, que tengan relación con la recirculación y filtración del agua deberán estar dispuestos de tal forma que no exista la posibilidad de que los usuarios puedan introducirse en ellos o queden atrapados en su interior.”
- “Cuando la piscina no se encuentre en funcionamiento se deberán colocar indicadores en número suficiente para prevenir la caída de personas”.
- “Prohibición del uso de piscinas de adultos a menores de 6 años que no vayan acompañados de adultos”.
- “Por cada 250 plazas de aforo o fracción, se deberá disponer de un socorrista diplomado en salvamento y socorrismo con conocimientos suficientes en materia de salvamento y prestación de primeros auxilios, el cual deberá estar, asimismo, autorizado por la Consejería de Sanidad y Seguridad Social de Baleares. No obstante lo anterior, en las piscinas de los establecimientos turísticos con un número de plazas inferior a 50, o que la superficie de la lámina de agua sea inferior a 50 metros cuadrados quedan eximidas de la obligación prevista en el presente

apartado, si bien dicha circunstancia deberá ser advertida a los usuarios mediante la colocación de indicadores en número suficiente” (168).

Para la regulación de playas la normativa vigente en Baleares es el Decreto 2/2005, de 14 de enero modificado en 2015, que ya han sido comentados previamente (169,170).

#### *1.6.16.2. Intervenciones propuestas por el CSPLI*

Tras la revisión llevada a cabo por Rubio y colaboradores en 2015, dicho comité estableció una serie de recomendaciones de intervenciones a nivel estatal:

- “Establecer unos mínimos de seguridad a nivel estatal dirigidos a armonizar la legislación autonómica e incrementar las medidas de seguridad en las piscinas que obliguen, entre otras, al vallado completo tanto de las piscinas públicas como privadas”.
- “Desarrollo de estándares europeos para las piscinas públicas, que incluyan la señalización del nivel de profundidad del agua, bordes de escalones coloreados, equipos de salvamento y tapas en orificios de succión”.
- “Obligatoriedad de la contratación de socorristas y su recertificación de manera continuada”.
- “Establecer el uso obligatorio de dispositivos de flotación/chalecos salvavidas personales, mientras se practique cualquier deporte o actividad acuática”.
- “Implementar el uso de señales y símbolos de seguridad estandarizados (como, por ejemplo, no permitir tirarse de cabeza, bandera roja indicando prohibición del baño, etc.) en cualquier medio acuático”.
- “En playas y piscinas de uso público, debe impartirse información oportuna y suficiente acerca de las medidas preventivas de seguridad y de todas las situaciones que pueden suponer un riesgo para la salud, tanto sobre prevención de ahogamientos como de otras lesiones, como traumatismos craneoencefálicos y lesiones medulares, entre otras”.
- “También debe incluirse la información sobre la presencia de socorrista, ubicación del puesto de socorro y las direcciones y los teléfonos de los centros sanitarios y de emergencias más cercanos” (24).



## **II. OBJETIVOS**



## **1. OBJETIVOS**

---

### 2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de la investigación es definir cual o cuales son los factores que definen el pronóstico de gravedad de los niños tras un ahogamiento, para buscar áreas de mejora en su tratamiento y prevención.

### 2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

El primer objetivo secundario es describir las características demográficas y epidemiológicas de los niños que han sufrido un ahogamiento grave (que precisó ingreso en UCIP) durante este periodo en nuestra comunidad.

El segundo objetivo secundario es comprobar si con los distintos métodos de prevención aplicados a lo largo del tiempo se ha producido un descenso del número o gravedad de este tipo de accidentes.

El tercer objetivo secundario es revisar las medidas preventivas que podrían resultar más eficaces en este grupo de población.



### **III. METODOLOGÍA**



### 3. METODOLOGÍA

---

#### 3.1. HIPÓTESIS

El conocimiento de las características del episodio y su estado clínico tras el evento, en los pacientes en edad pediátrica que han sufrido un episodio de ahogamiento grave, puede pronosticar su resultado neurológico al alta de cuidados intensivos.

#### 3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó una revisión bibliográfica de los estudios previos llevados a cabo sobre el tema, utilizando los buscadores de Tripdatabase, PubMed, EMBASE, Cochrane y Google Scholar. Se estudiaron los ensayos clínicos controlados randomizados, estudios observacionales, series de casos y artículos de revisión, relacionados con epidemiología y pronóstico de pacientes que habían sufrido un ahogamiento. También se revisó la normativa vigente en cuanto a la seguridad en playas y piscinas en el BOE, así como la normativa autonómica. Los datos poblacionales se obtuvieron a partir de la información publicada por el Instituto de Estadística de las Islas Baleares (IBESTAT) en su página web (182).

Se identificaron los datos relevantes relativos a la epidemiología, relacionados con el evento, situación clínica de dichos pacientes, estudios complementarios y evolución.

Se llevó a cabo un estudio observacional prospectivo descriptivo, que fue aprobado por la comisión de investigación del hospital con el número de código CI-77-15.

Se realizó una recogida de datos de los niños ingresados por ahogamiento grave en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP) de referencia de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares (actualmente Hospital Universitario Son Espases, hasta su apertura en 2010 Hospital Son Dureta). Se realizó una revisión retrospectiva desde que se comenzó el registro de ingresos en UCIP (1991) hasta 2004, de las historias clínicas no informatizadas y gráficas de enfermería de los niños ingresados con diagnóstico de ahogamiento. A partir de 2005 hasta 2019 se procedió a una recogida de datos prospectiva mediante un formulario específico para este tipo de accidentes, que incluía los datos considerados “Core” en las recomendaciones Utstein vigentes en ese momento (8). Ambos grupos (prospectivo y retrospectivo) se compararon para comprobar que eran de características similares.

En el estudio se incluyeron todos los niños ingresados en la UCIP (menores de 15 años que precisaron algún tipo de tratamiento intensivo) tras un episodio de ahogamiento. No se analizaron aquellos pacientes atendidos en el hospital pero que por su estado clínico no requirieron ingreso en UCIP, ni los que fallecieron antes de su llegada al hospital.

Los datos analizados se refieren al paciente (fecha de nacimiento, sexo, lugar de residencia), al accidente (fecha del evento, época del año, agua dulce o salada, ahogamiento presenciado o no), tipo de reanimación realizado (no se precisa, básica, avanzada con o sin adrenalina), situación clínica después de la reanimación y al ingreso en UCIP (temperatura, valor en la escala de coma de Glasgow, estado de las pupilas), resultados de las exploraciones complementarias (gasometría con pH y bicarbonato, bioquímica sanguínea), evolución clínica (convulsiones, inestabilidad hemodinámica que requiriera soporte inotrópico, vasoactivo o expansión de volumen, insuficiencia respiratoria aguda o insuficiencia renal), estado neurológico al alta de UCIP (categorizado como éxitus; encefalopatía grave [discapacidad grave o coma / estado vegetativo] con valor >3 en la clasificación *Pediatric Cerebral Performance Categories* según las recomendaciones de Utstein pediátricas; o evolución favorable [*Pediatric Cerebral Performance Categories* ≤3]) (16,183). También se recogieron los datos referentes a la hipotermia terapéutica en aquellos pacientes en los que esta técnica se llevó a cabo.

Se consideraron factores pronósticos a analizar si el ahogamiento fue presenciado o no, el tipo de reanimación inicial llevado a cabo (si no se precisó o esta fue básica, avanzada, con o sin intubación traqueal y con o sin adrenalina endovenosa), el valor inicial en la escala de coma de Glasgow, el estado y la reactividad de las pupilas en la primera exploración clínica y el pH al ingreso.

### 3.3. ARCHIVO DE LOS REGISTROS Y VARIABLES

Se utilizó como matriz de datos una hoja de cálculo de Excel del programa Microsoft Office Professional Plus 2010 (Microsoft Corp, Redmond, Washington) diseñada específicamente para el estudio. Las variables recogidas e introducidas en la matriz de datos fueron las siguientes:

Nombre de la variable	Definición conceptual	Fuente de la información	Tipo de variable	Valores
Fecha de nacimiento	Fecha de nacimiento del paciente	Tarjeta sanitaria del paciente o documento de identidad	Cuantitativa continua	
Fecha del ahogamiento	Fecha en la que se produce el evento	Formulario de ingreso	Cuantitativa continua	
Edad	Edad del paciente el día del evento	Calculado a partir de la fecha de nacimiento que consta en la tarjeta sanitaria del paciente y la fecha del evento	Cuantitativa continua	Mínimo 0, máximo 15
Sexo	Sexo del paciente (hombre/mujer).	Tarjeta sanitaria del paciente	Cualitativa	Hombre o mujer



Lugar de residencia	Paciente de visita turística en la comunidad o residente habitual	Tarjeta sanitaria o pasaporte del paciente	Cualitativa	Turista o residente
Tipo de agua	Se considera agua dulce a piscina y agua salada al mar. Si se especificara piscina de agua salada se consideraría así	Gráfica de atención de 061	Cualitativa	Dulce o salada
Tipo de piscina	Se considera piscina pública aquella abierta al público o a un número definido de usuarios y piscina privada a aquella destinada exclusivamente al uso de la familia o de sus invitados	Gráfica de atención de 061	Cualitativa	Pública o privada
Ahogamiento presenciado	Se considera ahogamiento presenciado cuando hay testigos del evento y no presenciado cuando se pierde de vista al niño y se le encuentra posteriormente	Gráfica de atención de 061	Cualitativa	Presenciado o no presenciado
Conocimientos de natación	Grado de conocimientos de natación ¿El niño sabe nadar?	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cualitativa	Sí, no
Ingesta de alcohol	Ingesta de alcohol del paciente antes del evento	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cualitativa	Sí, no
Tipo de reanimación	Nivel máximo de maniobras de RCP llevadas a cabo tras el evento	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cualitativa	No precisa, básica, avanzada con intubación sin adrenalina, avanzada con intubación y administración de adrenalina
Tipo de RCP básica	Tipo de reanimación llevada a cabo por testigos	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cualitativa	Ventilación boca a boca, compresiones torácicas, ventilación + compresiones, ninguna
Tiempo hasta el inicio de RCP básica	Minutos aproximados hasta el inicio de RCP básica	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cuantitativa continua	Mínimo: inmediata, máximo 15 minutos
Tipo de RCP avanzada	Tipo de reanimación llevada a cabo por equipo de soporte vital avanzado	Gráfica de atención de 061 o historia clínica	Cualitativa	No, básica, avanzada con intubación, avanzada con intubación y administración de adrenalina

Temperatura	Valor del primer registro de temperatura tras el evento.	Gráfica de atención de 061 o, si no hay ninguna temperatura registrada, gráfica de ingreso en el hospital	Cuantitativa continua	Mínimo 25°C, máximo 45°C
Glasgow	Primer registro de nivel de consciencia según la escala de coma de Glasgow	Gráfica de atención de 061 o, si no hay ninguna registrada, gráfica de ingreso en el hospital.	Cualitativa ordinal	Mínimo 3, máximo 15
Simetría de las pupilas	Primer registro de la simetría de las pupilas tras el evento	Gráfica de atención de 061 o, si no consta, gráfica de ingreso en el hospital	Cualitativa	Isocóricas o anisocóricas
Tamaño de las pupilas	Primer registro del tamaño de las pupilas tras el evento	Gráfica de atención de 061 o, si no consta, gráfica de ingreso en el hospital	Cualitativa	Mióticas, midriáticas o medias
Reactividad de las pupilas	Primer registro clínico de la reactividad de las pupilas a la estimulación lumínica tras el evento	Gráfica de atención de 061 o, si no consta, gráfica de ingreso en el hospital	Cualitativa	Reactivas o arreactivas
pH	Primer registro de pH tras el evento	Primera gasometría registrada (arterial, capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo 6,8; máximo 7,5
Glucemia	Valor del primer registro de glucemia	Primera glucemia registrada (capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo 20, máximo 800
Bicarbonato en sangre	Valor del primer registro de bicarbonato	Primera analítica o gasometría registrada (arterial, capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo 5, máximo 40
Natremia	Valor del primer registro de sodio tras el evento	Primera analítica o gasometría registrada (arterial, capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo 120, máximo 165
Ácido láctico en sangre	Valor del primer registro de ácido láctico tras el evento	Primera analítica o gasometría registrada (arterial, capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo 0,1; máximo 20
Exceso de base en sangre	Valor del primer registro de exceso de base tras el evento	Primera gasometría registrada (arterial, capilar o venosa)	Cuantitativa continua	Mínimo -30; máximo 30
Cultivo de aspirado traqueal (BAS)	Resultado de microbiología del cultivo de aspirado traqueal y sensibilidad antibiótica	Informe de laboratorio de microbiología	Cualitativa	
Convulsiones	Presencia de crisis convulsivas tras el evento o durante su ingreso en UCIP	Evolutivos clínicos o informe de traslado de UCIP	Cualitativa	Sí, no
Inestabilidad hemodinámica	Requerimiento de soporte con drogas inotrópicas, vasoactivas o expansión de volumen antes o durante su ingreso en UCIP	Evolutivos clínicos, gráficas de enfermería o informe de traslado de UCIP	Cualitativa	Sí, no
Insuficiencia respiratoria aguda	Necesidad de ventilación mecánica convencional, no invasiva u oxigenoterapia de alto flujo	Evolutivos clínicos o informe de traslado de UCIP	Cualitativa	Sí, no
Insuficiencia renal	Elevación de Urea o Creatinina por encima del doble de los valores	Evolutivos clínicos o informe de traslado de UCIP	Cualitativa	Sí, no

	normales para su edad en alguna analítica durante el ingreso			
Hipotermia terapéutica	Realización de hipotermia terapéutica según protocolo de la unidad	Evolutivos clínicos o informe de traslado de UCIP	Cualitativa	Sí, no
Estado neurológico al alta	Estado neurológico al alta de UCIP según la escala PCPC	Exploración al alta que consta en el informe de traslado de UCIP a planta o en el informe de éxitus	Cualitativa	Normal, disfunción leve, disfunción moderada, disfunción grave, coma o éxitus
Donación de órganos	Donación de órganos en el caso de éxitus del paciente	Informe de éxitus	Cualitativa	Sí, no

Tabla 12. Matriz de variables recogidas durante el estudio.

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis descriptivo de las variables cuantitativas continuas, calculando media o mediana y desviación estándar o cuartiles, respectivamente, según fuera adecuado. Para las variables categóricas o discretas se calcularon proporciones y sus intervalos de confianza al 95%, como medida de precisión. Para comprobar diferencias entre grupos se utilizaron el test de t de Student y el análisis de la varianza para variables continuas y la  $\chi^2$  o el test exacto de Fisher para variables categóricas. Se realizó análisis estadístico con los programas Microsoft Office Professional Plus 2010 (Microsoft Corp, Redmond, Washington) e IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY).

### 3.5. ÉTICA

El estudio respeta los principios de la declaración de Helsinki (Fortaleza 2013) de la asociación Médica Mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y de la Ley de Investigación Biomédica (Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos de Carácter Personal). El proyecto de investigación fue aprobado por la comisión de investigación del Hospital Universitario Son Espases con número de código CI-77-15.

Se respetaron los principios éticos de investigación vigentes según la Ley Orgánica 15/99 (LOPD) y el documento de consenso de las buenas prácticas clínicas (BPC), manteniendo la confidencialidad de los datos de los pacientes y profesionales en todo momento.



## **IV. RESULTADOS**



## 4. RESULTADOS

---

Los resultados más relevantes de esta investigación han sido publicados en los artículos científicos, comunicaciones a congresos y protocolos clínicos que figuran en el anexo 4. Tratan fundamentalmente del análisis epidemiológico de los ahogamientos graves de niños en nuestra comunidad basado en los ingresos en UCIP por esta causa y del análisis de los factores que indican buen o mal pronóstico tras el evento.

En todas las variables analizadas, la presencia de datos perdidos fue inferior al 10%, excepto para las variables “causa del ahogamiento” y “calidad de la reanimación cardiopulmonar (RCP) básica realizada por los testigos” en su porción retrospectiva, por lo que solo se tuvieron en cuenta en el análisis prospectivo. El resto de las variables fueron analizadas en global. Se presentan los resultados de forma conjunta salvo que se hayan detectado diferencias relevantes entre los periodos.

### 4.1. ANÁLISIS EPIDEMIOLÓGICO

Los resultados más relevantes del análisis epidemiológico fueron publicados en el artículo “Drowning accidents in a Spanish pediatric intensive care unit: An observational study over 29 years” que figura en el Anexo 4. Los resultados de las variables estudiadas se exponen a continuación:

#### 4.1.1. ORIGEN O LUGAR DE RESIDENCIA

Durante los 29 años registrados, ingresaron 160 pacientes en la UCIP tras un episodio de ahogamiento, 93 pacientes pertenecían al periodo retrospectivo del estudio (1991 – 2004) con una mediana de 7 pacientes al año (intervalo de 2 a 11) y 67 al prospectivo (2005 – 2019) con una mediana de 4 pacientes al año (intervalo de 2 a 9). Los ingresos por ahogamiento supusieron un 1,9% del total, siendo la quinta causa de mortalidad de la UCIP analizada.

Los ingresos anuales en UCIP después de un episodio de ahogamiento grave en función del lugar de residencia y el pronóstico neurológico se encuentran en la tabla 13, la distribución del número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento en la figura 11, la distribución del número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento con línea de tendencia en la figura 12.

Año	Residentes	Turistas	Recuperación completa	Éxitus	Encefalopatía grave
1991	9	1	5	5	0
1992	2	0	1	0	1
1993	3	4	3	2	2
1994	1	4	5	0	0
1995	5	1	6	0	0
1996	3	3	3	2	1
1997	3	7	6	3	1
1998	4	5	7	2	0
1999	2	9	9	1	1
2000	0	4	3	1	0
2001	3	6	7	2	0
2002	0	3	2	0	1
2003	3	5	6	1	1
2004	1	2	1	1	1
2005	0	5	4	1	0
2006	1	3	2	2	0
2007	2	1	3	0	0
2008	1	1	2	0	0
2009	2	1	2	1	0
2010	2	0	2	0	0
2011	4	2	6	0	0
2012	4	3	4	2	1
2013	0	8	8	0	0
2014	3	4	5	1	1
2015	1	1	1	1	0
2016	2	2	3	1	0
2017	2	7	9	0	0
2018	1	1	1	1	0
2019	1	2	2	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>95</b>	<b>118</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

Tabla 13. Ingresos anuales en UCIP después de un episodio de ahogamiento grave en función del lugar de residencia y el pronóstico neurológico.



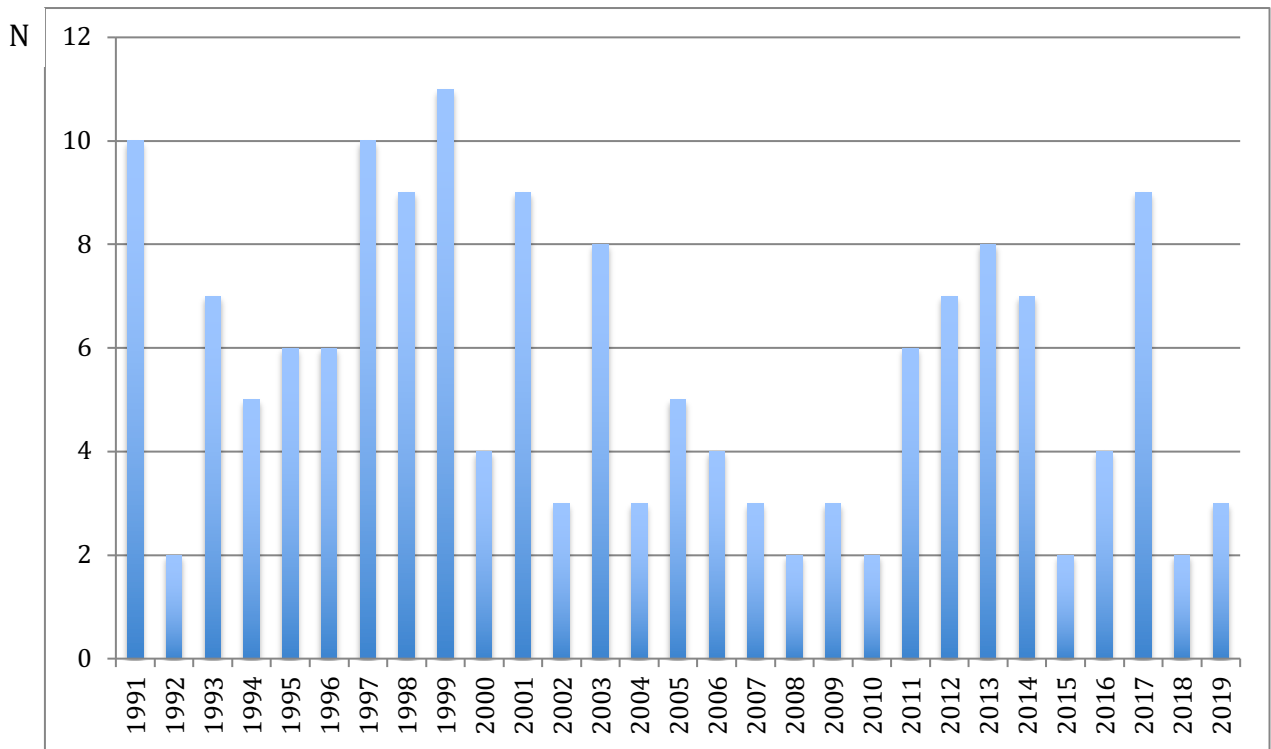


Figura 11. Distribución del número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento.

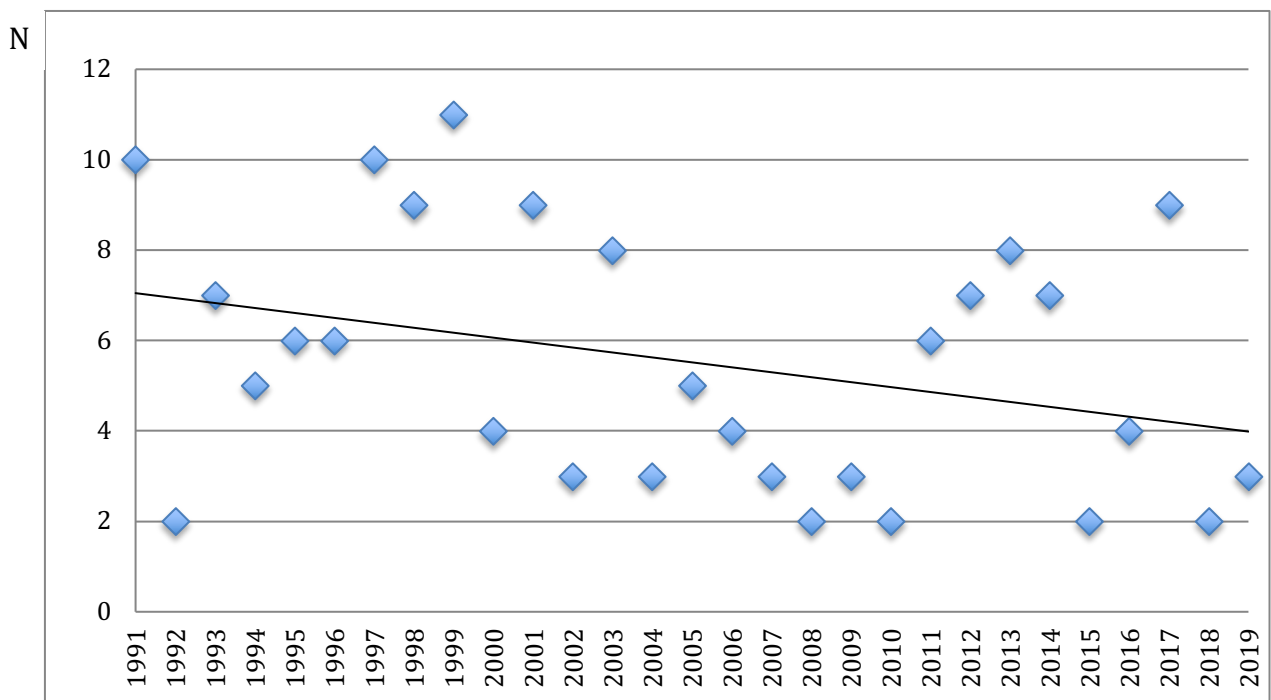


Figura 12. Distribución del número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento con línea de tendencia.

El 62,5% de los niños se encontraba de visita turística (95/152 pacientes, el origen no fue registrado en 8 pacientes), siendo el 37,5% restantes (57) residentes habituales en las islas (tabla 14, figuras 13 y 14).

	Turistas	Residentes
<b>n</b>	95	57
<b>Edad mediana</b>	7	3
<b>Rango intercuartílico (IQR) de la edad mediana</b>	4 – 7	2 – 7
<b>Piscinas</b>	87 (91,6%)	46 (82,1%)
<b>Mar</b>	7 (7,3%)	10 (17,9%)
<b>No sabía nadar correctamente</b>	47 (75,8%)	34 (60,7%)
<b>Actividades de riesgo</b>	4 (6,5%)	5 (8,9%)
<b>Ahogamiento no presenciado</b>	73 (80,2%)	41 (74,6%)
<b>No precisaron RCP</b>	9 (0,9%)	11 (20%)
<b>Solo precisaron RCP básica</b>	43 (46,7%)	22 (40%)
<b>Precisaron RCP avanzada con intubación</b>	20 (21,7%)	9 (16,3%)
<b>Precisaron RCP avanzada con intubación y adrenalina endovenosa</b>	19 (20,7%)	13 (23,6%)
<b>Buen resultado neurológico</b>	72 (75,8%)	44 (77,2%)
<b>Encefalopatía grave</b>	10 (10,5%)	1 (1,7%)
<b>Éxito</b>	13 (13,7%)	12 (21,1%)

Tabla 14. Comparación entre el grupo de turistas y el de residentes habituales.

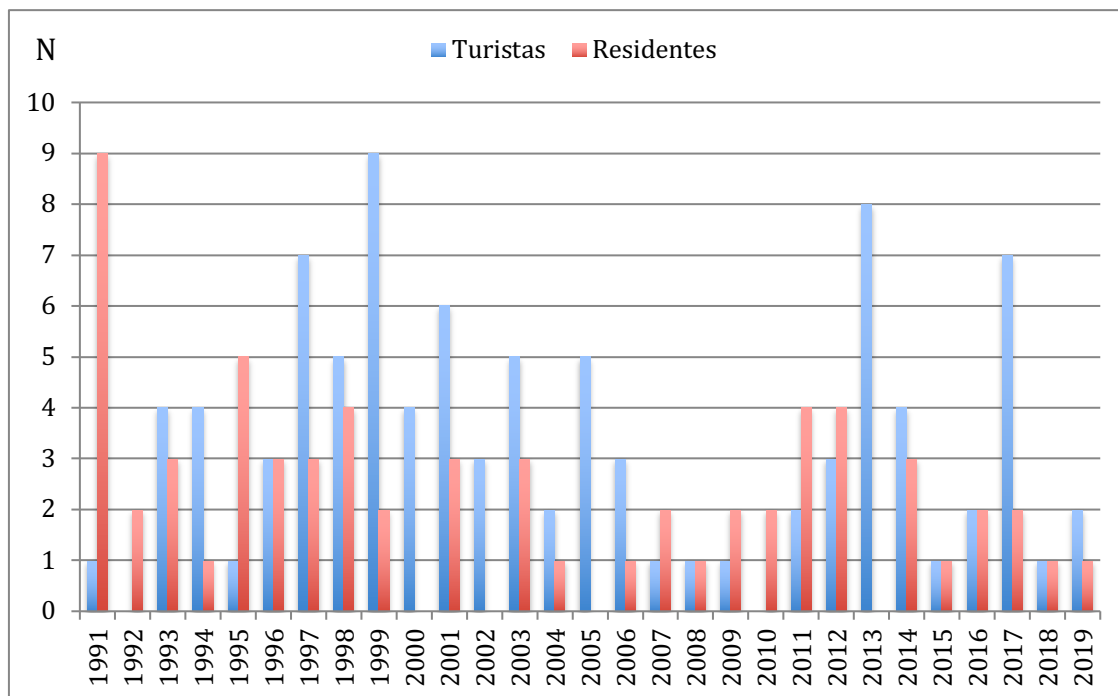


Figura 13. Distribución del número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según su origen.

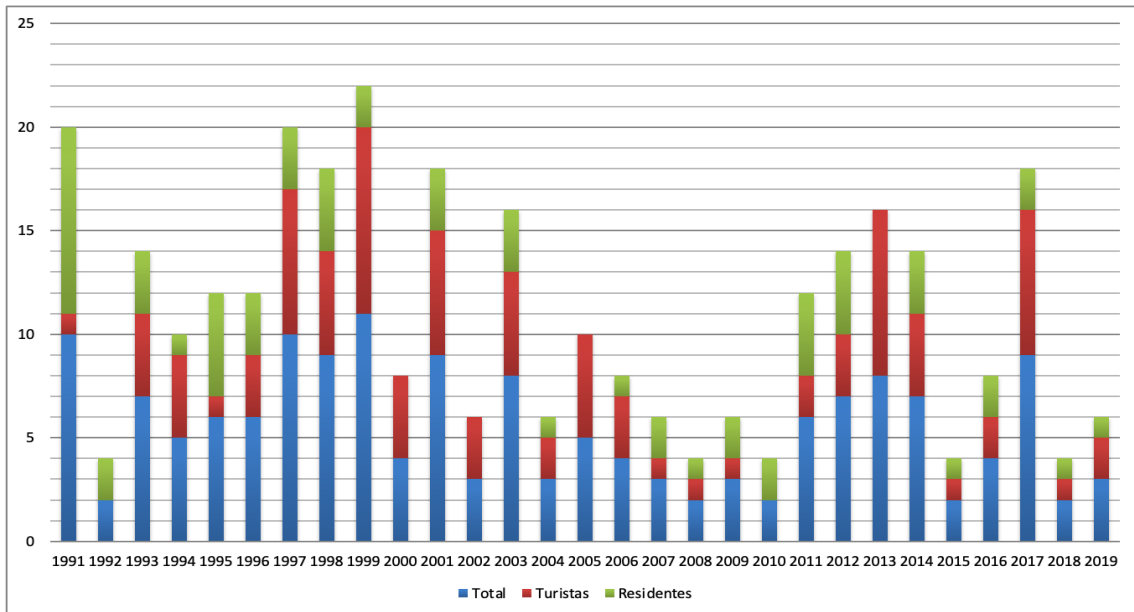


Figura 14. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según su origen.

#### 4.1.2. SEXO

En la variable sexo hubo un predominio claro de varones con un 75% (120/160). Este predominio existió todos los años y en todas las edades (figura 15).

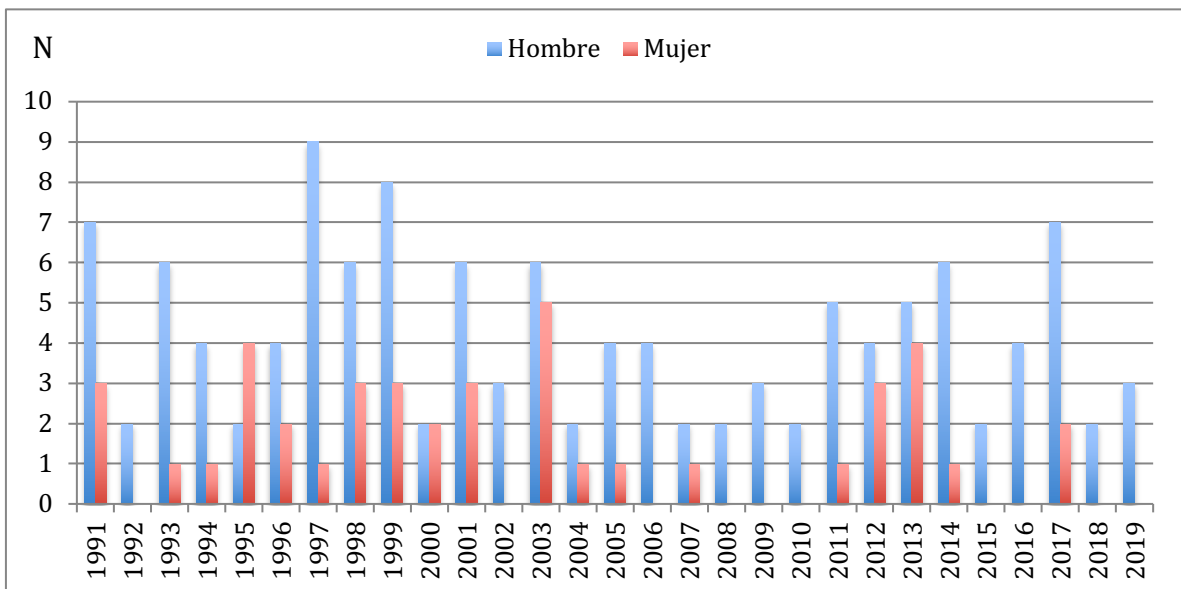


Figura 15. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según sexo.

4.1.3. EDAD

La mediana de edad fue de 5 años en ambos periodos (rango entre 7 meses y 14 años) (IQR 25 – 75: 3,0 – 7,5 en el primer periodo 2,0 – 7,0 en el segundo). La edad mediana de los pacientes residentes fue 3 años (IQR 25 – 75: 2,0 – 7,0) y la de los turistas 5 años (IQR 25 – 75: 4,0 – 7,0) (Mann-Whitney U valor  $p = 0,007$ ). La distribución por edad se encuentra en la figura 16, por edad y sexo en la figura 17 y por edad y origen en la figura 18.

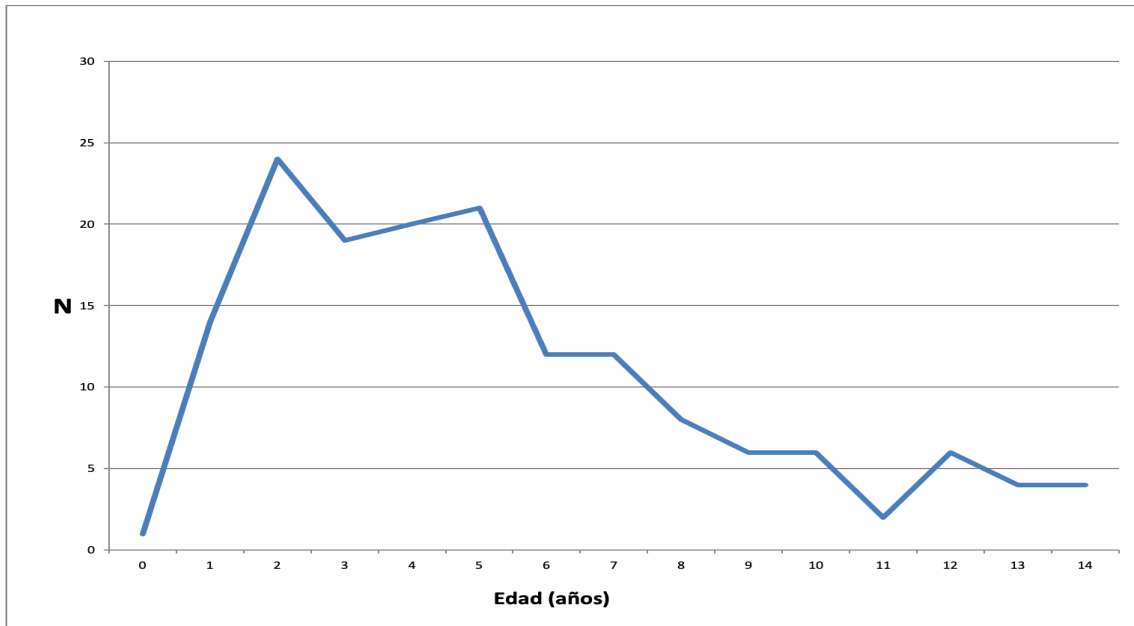


Figura 16. Ingresos en UCIP tras ahogamiento según edad.

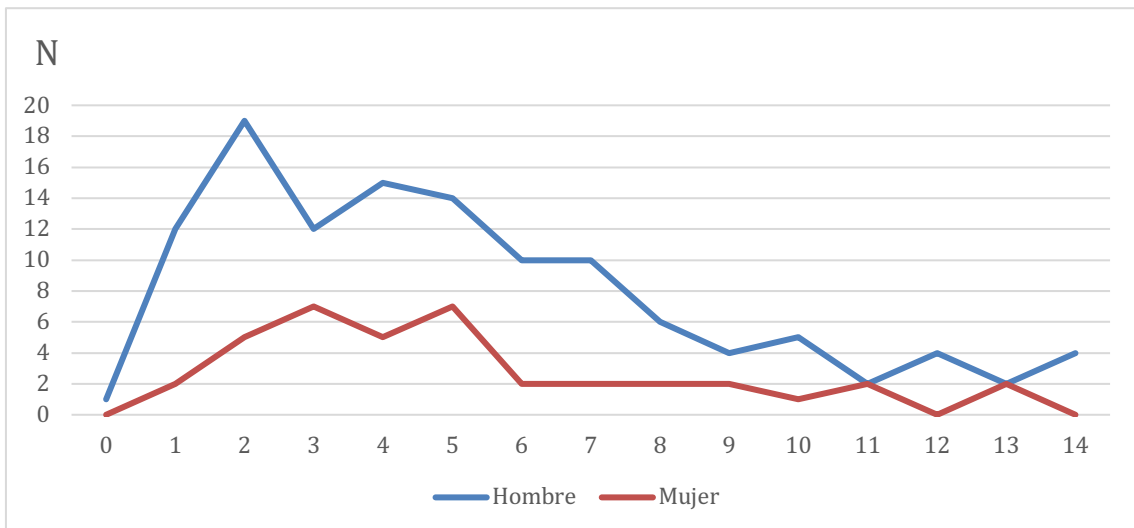


Figura 17. Distribución por sexo y edad de los ingresos en UCIP tras ahogamiento.

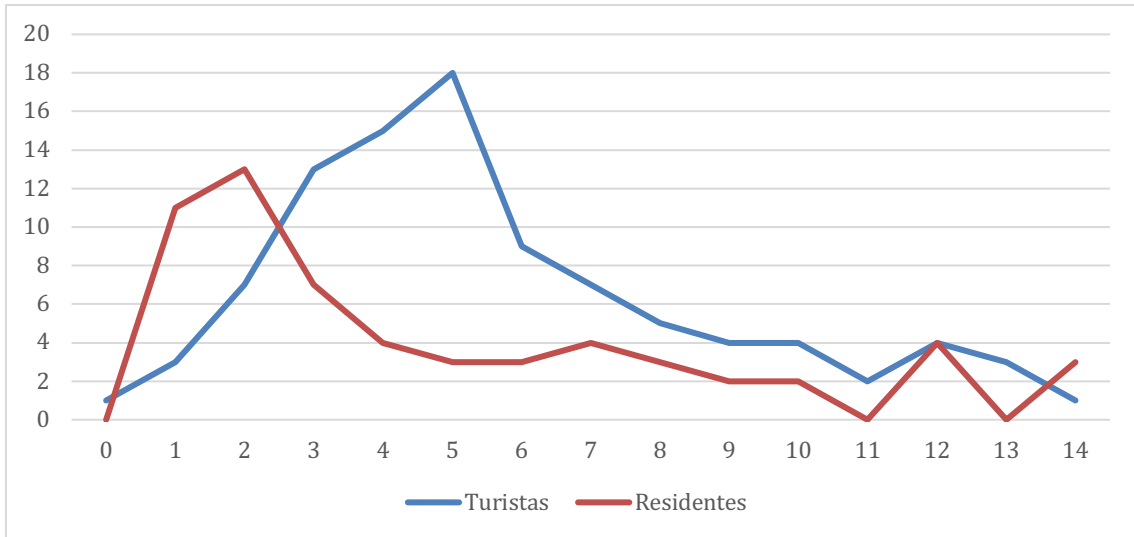


Figura 18. Distribución por edades y origen de los ingresos en UCIP tras ahogamiento.

#### 4.1.4. FECHA

La distribución estacional fue predominantemente estival, excepto casos aislados en otros meses, que fueron más frecuentes en residentes. El 91,1% de los ahogamientos ocurrió entre mayo y septiembre. El 94,3% ocurrió en el periodo entre mayo y octubre. Esta distribución se encuentra reflejada en las figuras 19 y 20.

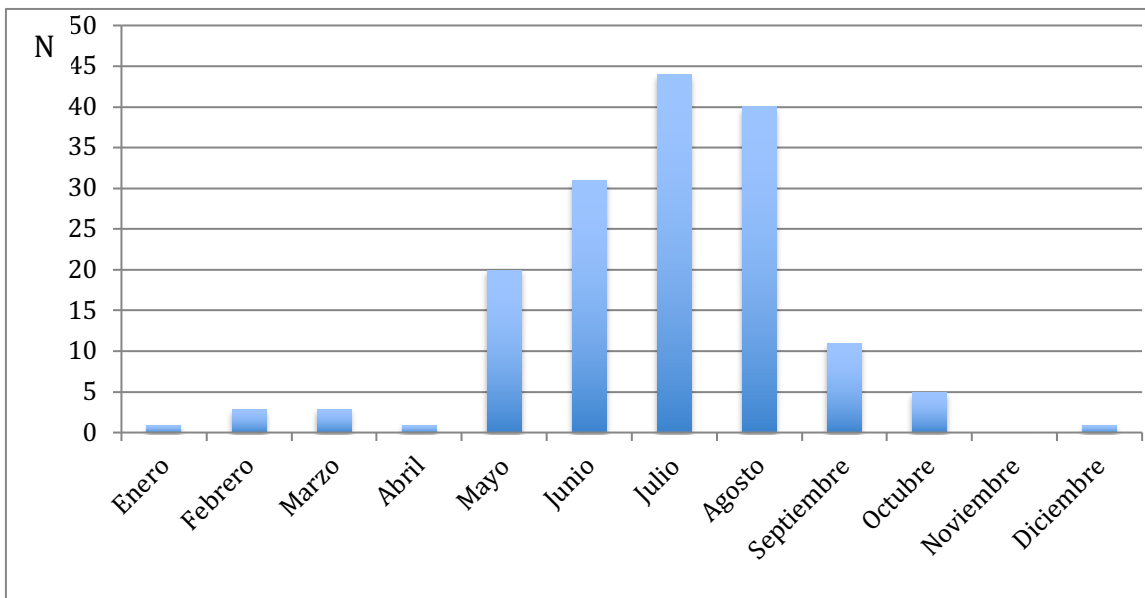


Figura 19. Número de ingresos en UCIP tras ahogamiento distribuidos por mes.

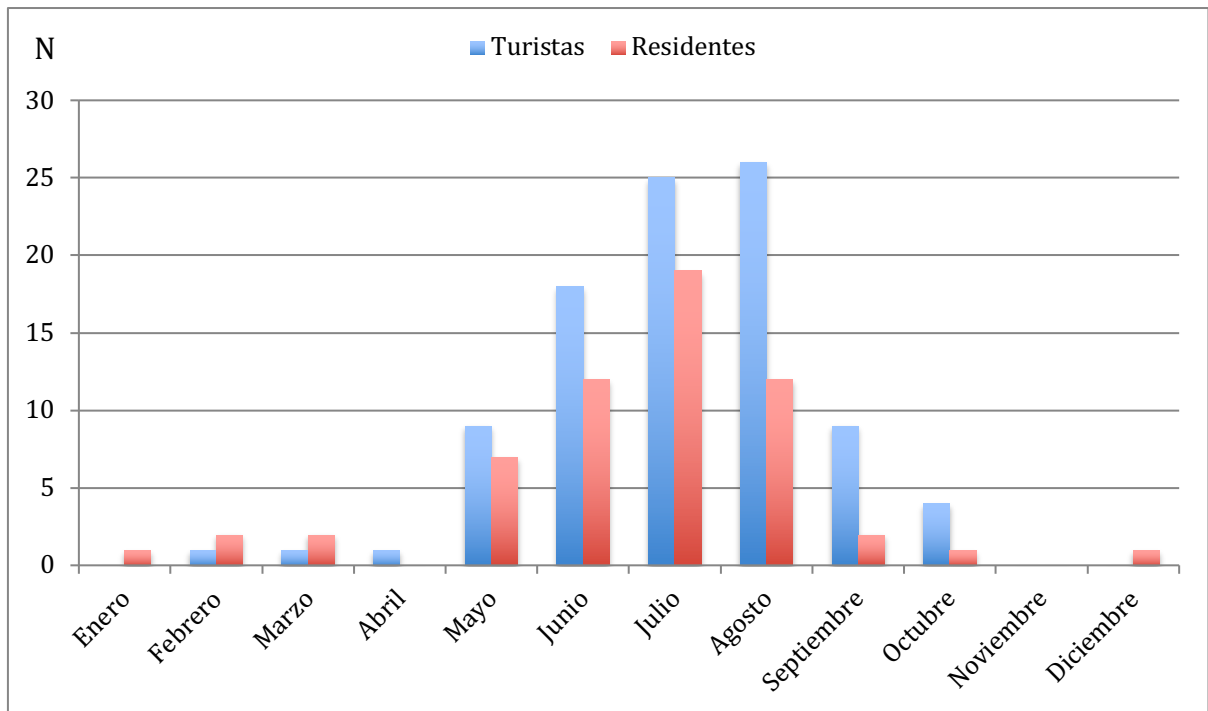


Figura 20. Distribución por meses de ingresos en UCIP tras ahogamiento según el origen de los pacientes.

#### 4.1.5. RESULTADO NEUROLÓGICO

La mortalidad fue de 18,7% (30 pacientes). Un 7,5% (12 pacientes) presentó importantes secuelas con encefalopatía grave al alta de la UCIP. Por tanto, se clasificaron como pacientes con mala evolución al 26,2% (42 pacientes). El 17,5% (7 pacientes) de los fallecidos fueron donantes de órganos (Figuras 21 y 22).

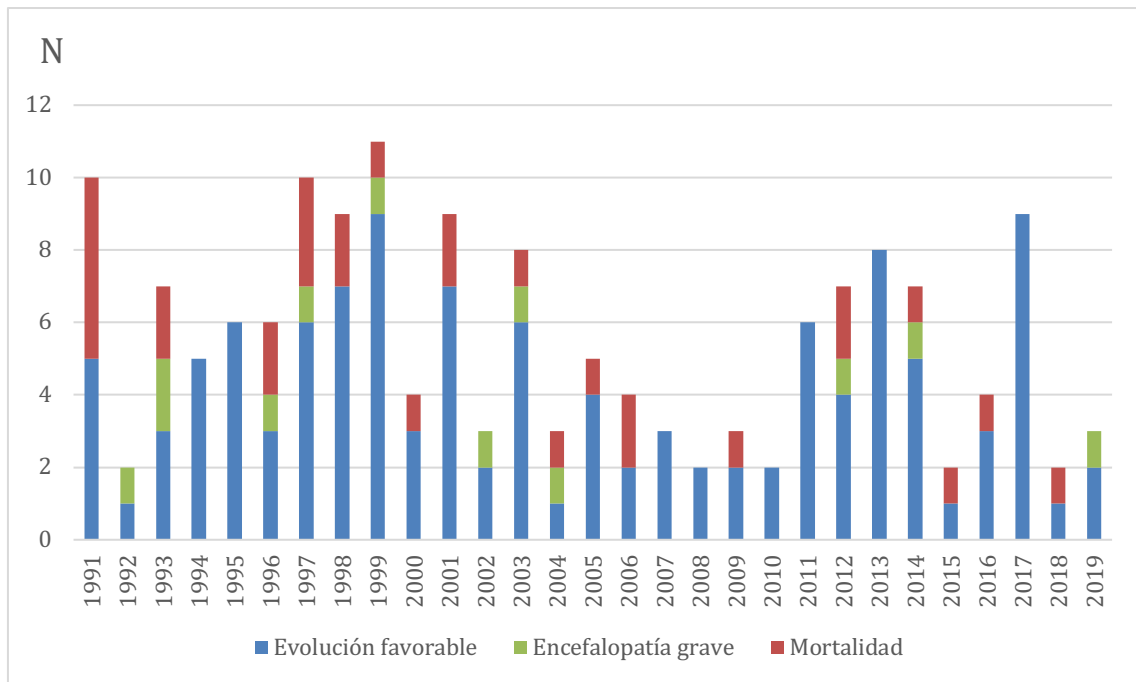


Figura 21. Ingresos anuales en UCIP y evolución tras ahogamiento.

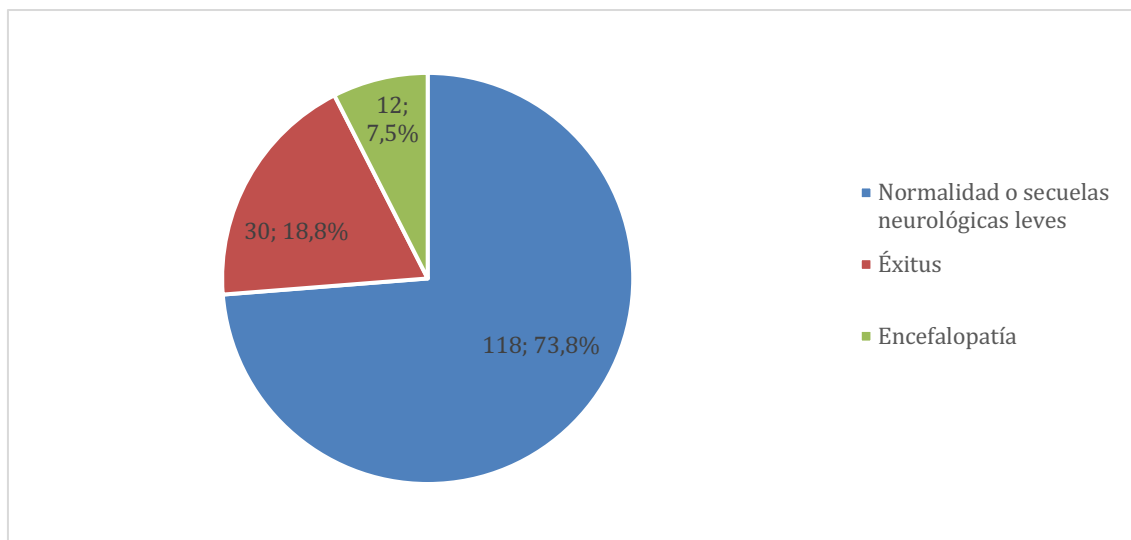


Figura 22. Resultado neurológico de los pacientes ingresados por ahogamiento en el momento del alta de UCIP.

Si se comparan los primeros 10 años del estudio con los últimos 10 años se observa un aumento de los pacientes con buena evolución, sobre todo debido al descenso del porcentaje de éxitos, sin encontrarse un análisis estadístico significativo debido a las características y número de pacientes de la muestra.

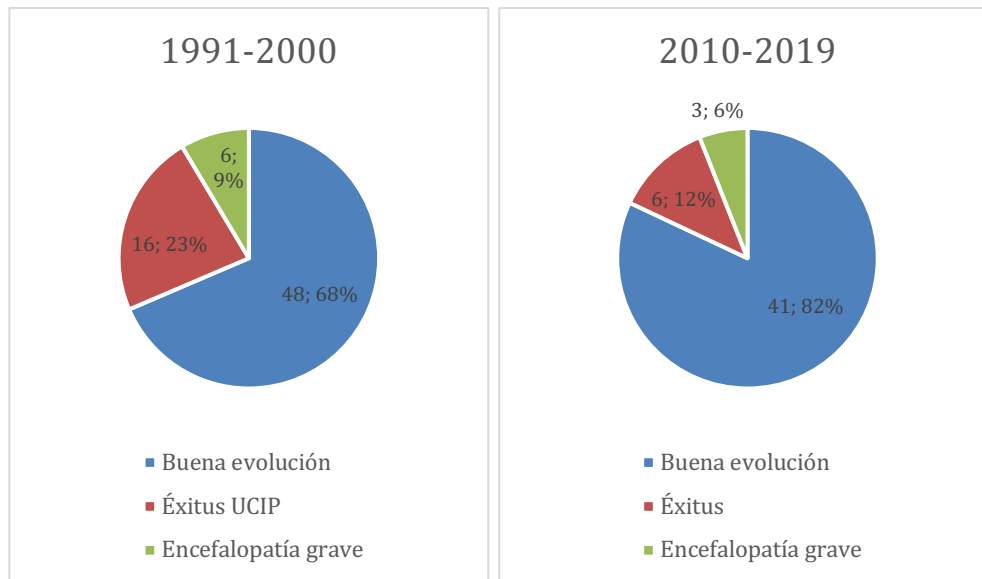


Figura 23. Comparación del resultado neurológico de los pacientes ingresados por ahogamiento en el momento del alta de UCIP de 1991 a 2000 vs. de 2010 a 2019.

La razón de tasa de incidencia entre turistas y residentes entre 2010 y 2019 (periodo del que se disponen estadísticas poblacionales) fue de 14,12 (IC 95% 9,2 – 21,7) a favor de los turistas (tabla 15, figuras 24 y 25) (182).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Niños turistas	883.724	957.568	972.211	1.004.833	1.041.386	1.079.244	1.169.881	1.258.259	1.275.223	1.266.934
Días de estancia	6,420	6,420	6,410	6,350	6,160	6,180	5,940	5,840	5,730	5,500
Niños/día	56,735	61,476	62,319	63,807	64,149	66,697	69,491	73,482	73,070	69,681
Número anual de ahogados	0	2	3	8	4	1	2	7	1	2
Ahogados/millón	0,000	2,089	3,086	7,962	3,841	0,927	1,710	5,563	0,784	1,579
Tasa incidencia turistas (ahogados por cada 100.000 niños/día)	0,000	0,033	0,048	0,125	0,062	0,015	0,029	0,095	0,014	0,029
Ahogados por cada 100.000 niños/año	<b>16,4</b>									
Niños residentes	167.630	169.412	171.308	171.905	172.250	171.848	172.058	17.2796	172.990	173.497
Días de estancia	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000
Niños/día	611,850	618,354	625,274	627,453	628,713	627,245	628,012	630,705	631,414	633,264
Número anual de ahogados	2	4	4	0	3	1	2	2	1	1
Ahogados/millón	11,931	23,611	23,350	0,000	17,417	5,819	11,624	11,574	5,781	5,764
Tasa incidencia residentes (ahogados por cada 100.000 niños/día)	0,003	0,006	0,006	0,000	0,005	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002
Ahogados por cada 100.000 niños/año	<b>1,1</b>									
Razón tasa incidencia anual	0	5,029	7,525		13,068	9,404	9,037	30,041	8,641	18,176
Razón tasa incidencia global	<b>14,12</b>									

Tabla 15. Ingresos en UCIP de turistas vs. residentes tras ahogamiento.

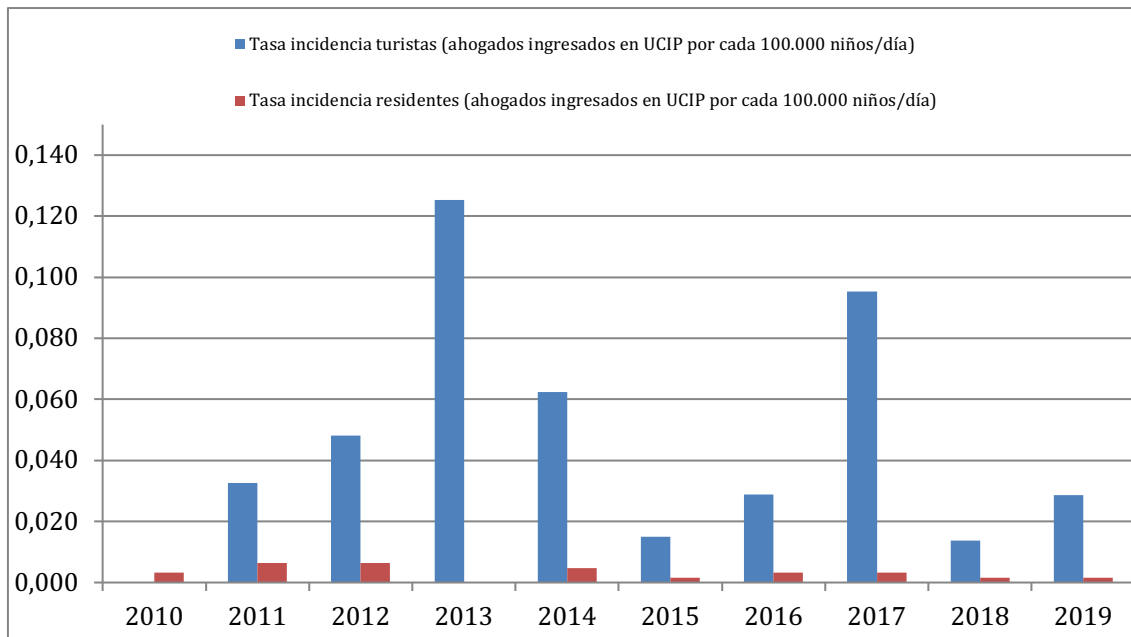


Figura 24. Tasa de incidencia de ahogamientos que precisaron ingreso en UCIP de niños turistas y residentes desde 2010 hasta 2019 (Ahogados por cada 100.000 niños/día).

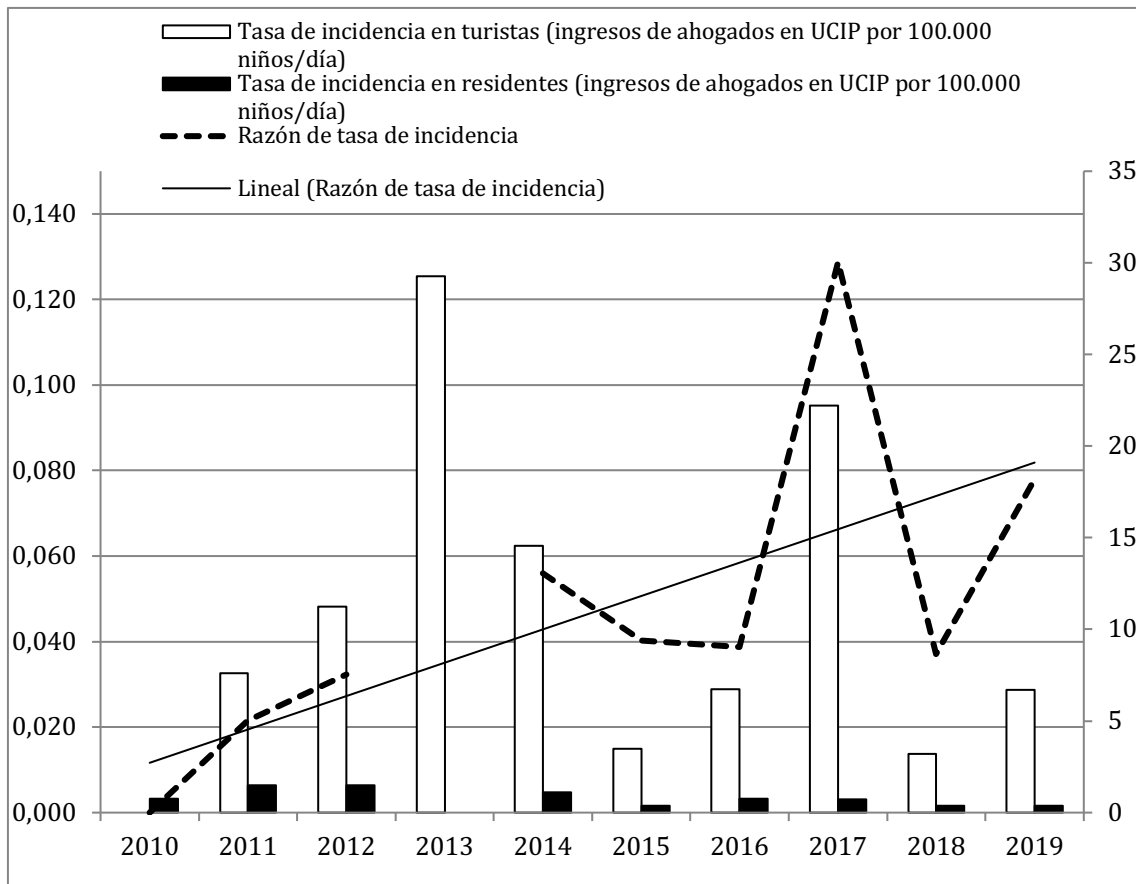


Figura 25. Razón de tasa de incidencia (turistas/residentes).

#### 4.1.6. LUGAR DEL AHOGAMIENTO

El 88,8% de los ahogamientos registrados se produjeron en piscinas de agua dulce (135/152 pacientes, el tipo de agua del accidente no se registró en 7 pacientes), frente al 11,1% en el mar, en agua salada (17/152 pacientes). Dentro de los primeros, el 66,7% (78/117) se produjeron en piscinas públicas, frente al 33,3% (39/117) en piscinas privadas (en 18 casos el tipo de piscina en la que se produjo el ahogamiento no pudo ser identificado (figura 26).

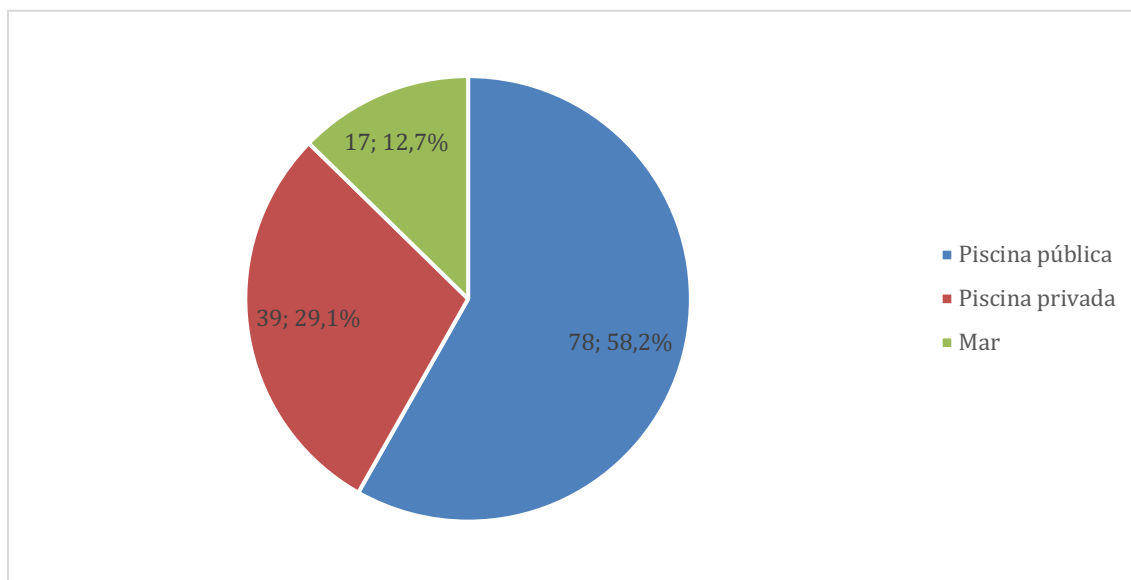


Figura 26. Lugar del ahogamiento.

#### 4.1.7. CAUSA

El 77,8% de los pacientes no estaban siendo vigilados de forma adecuada en el momento del ahogamiento (116/149 pacientes). Las circunstancias asociadas al ahogamiento se pudieron analizar solamente en la parte prospectiva del estudio, ya que no estaba reflejada en el suficiente número de pacientes de la parte retrospectiva como para obtener resultados fiables. Éstas fueron: la ausencia de conocimientos suficientes de natación en el 73,1% (49/67 pacientes), seguido por las conductas de riesgo (aguantar bajo el agua, jugar con el sumidero de la piscina, aguadillas, zambullida) en 14,9% (10/67 pacientes), una posible crisis epiléptica (1,4%) y una caída accidental con traumatismo craneoencefálico (1,4%). Los resultados de esta variable se encuentran en la figura 27. A pesar de no incluir las circunstancias del ahogamiento de la parte retrospectiva del estudio hay que reseñar que hubo en este grupo un paciente en el que se sospecha que sufrió una arritmia previamente al ahogamiento (muerte súbita recuperada producida por una fibrilación ventricular en un paciente con displasia de ventrículo derecho). No se registraron ahogamientos relacionados con la ingesta de alcohol, homicidios o suicidios.

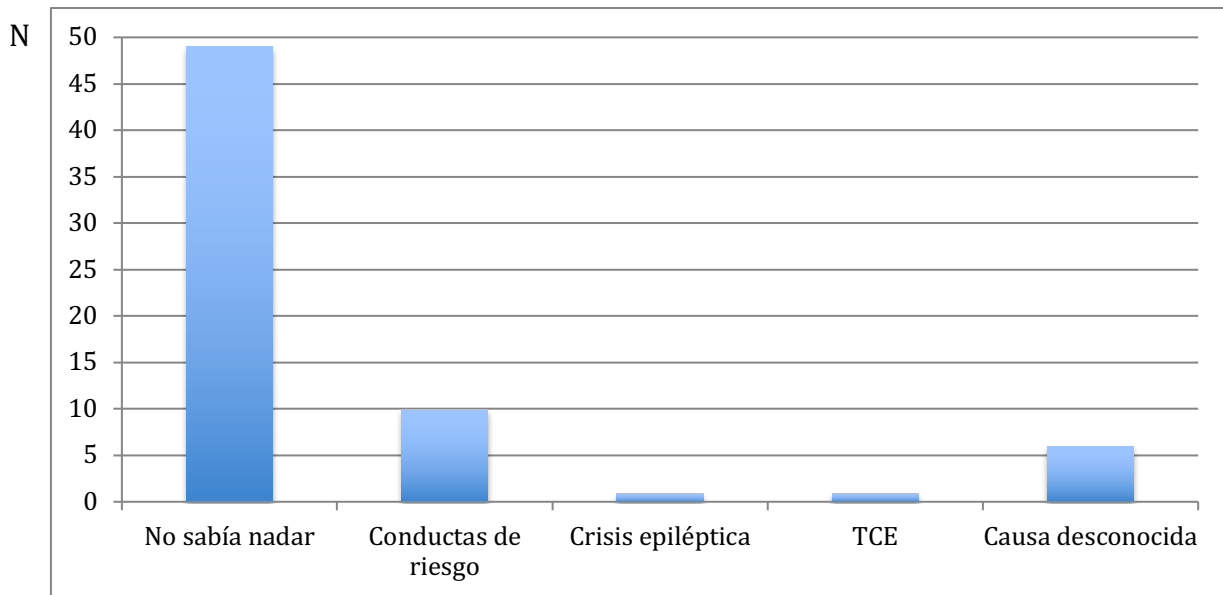


Figura 27. Circunstancias asociadas al ahogamiento.

#### 4.1.8. TIPO DE REANIMACIÓN

Se realizó reanimación cardiopulmonar en el lugar del accidente al 87,7% (129/147 pacientes), de los cuales en el 44,2% fue solo RCP básica (65 pacientes) y 48,1% RCP avanzada (62 pacientes). El 20,4% requirió RCP avanzada con intubación sin administración de adrenalina, mientras que en el 21,7% de los casos se precisó administrar adrenalina endovenosa además de la intubación. En el grupo prospectivo se analizó la calidad de la RCP básica realizada por los testigos. Ésta fue adecuada a la situación clínica del paciente (sin poder analizarse la técnica) en el 52,2% (35/67 pacientes), en el 22,4% (15/67 pacientes) la RCP inicial se realizó por personas sin formación, en el 16,4% (11/67 pacientes) se demoró el inicio de la RCP 2 minutos o más tras realizar el rescate, en el 4,4% (3/67 pacientes) solo se realizaron compresiones torácicas externas sin ventilación y en el 4,4% (3/67 pacientes) no se estaba realizando RCP básica a la llegada de los servicios de emergencias y posteriormente se requirió RCP avanzada. El 53,4% de los ahogados a los que se realizó RCP básica por testigos necesitaron posteriormente RCP avanzada (31/58), mientras que el 33,3% de aquellos a los que no se realizó RCP básica precisaron maniobras de RCP avanzada (3/9). Estos resultados se encuentran en las figuras 28 y 29).

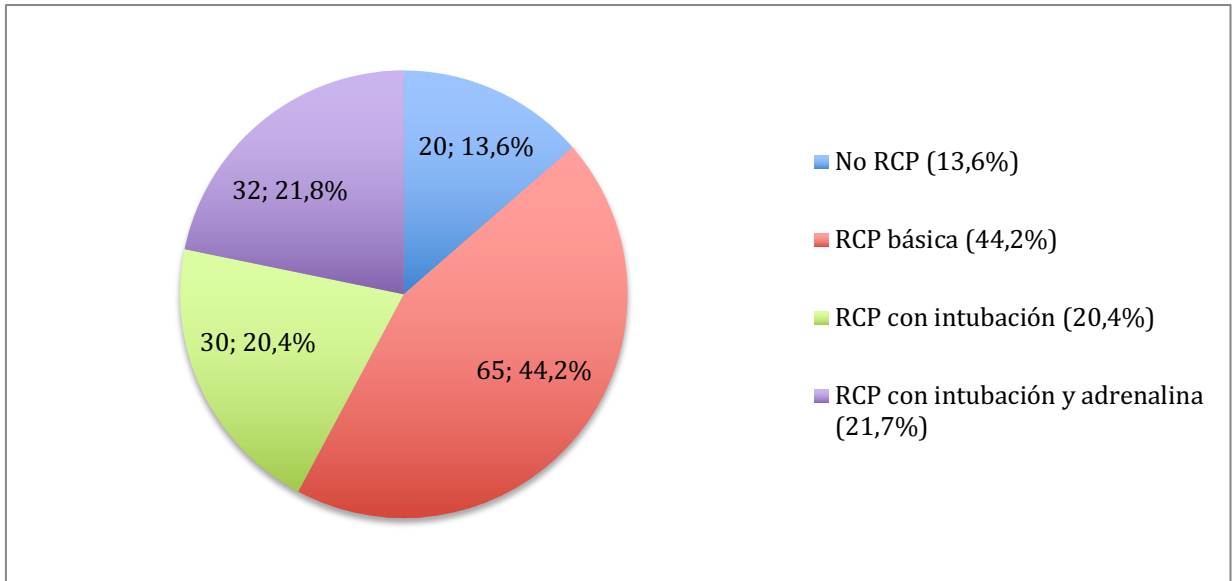


Figura 28. Tipo de RCP realizada durante el periodo analizado.

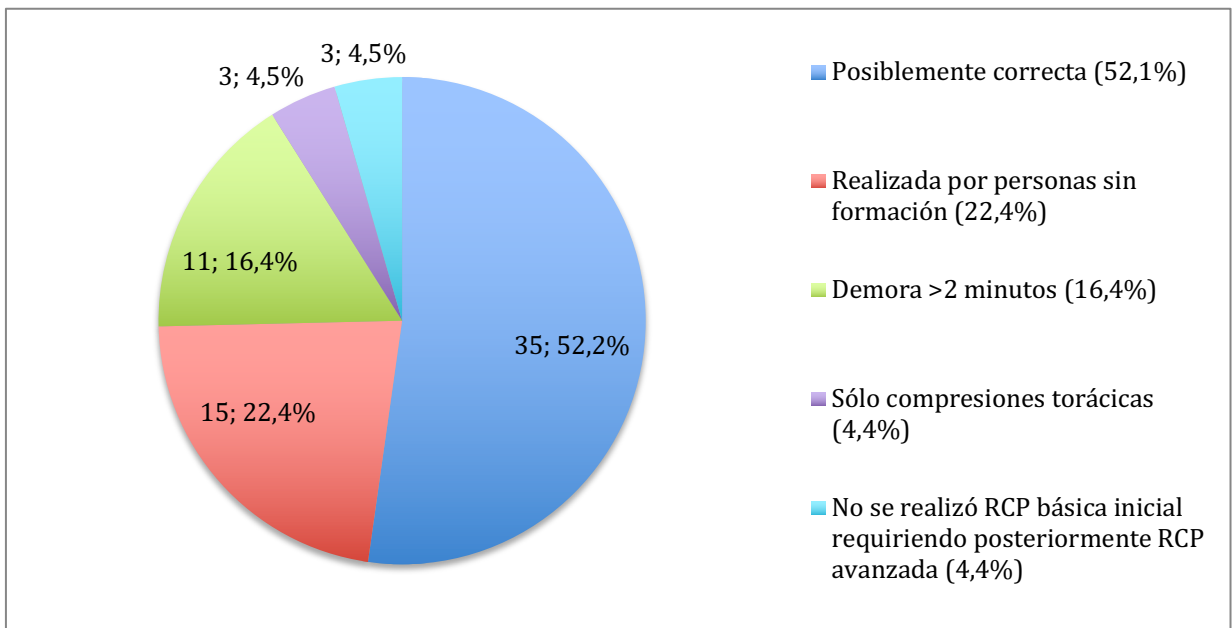


Figura 29. Calidad de la RCP básica (2005 – 2017).

Uno de todos aquellos accidentados que estaban siendo supervisados en el momento del ahogamiento requirió RCP. La causa del ahogamiento en este caso fue una crisis convulsiva previa que evolucionó a estatus convulsivo, parada cardiorrespiratoria con reanimación avanzada de aproximadamente 30 minutos de duración y en las 48 horas posteriores fallo multiorgánico y éxitus. El resto de los pacientes que precisaron ingreso en UCIP pero estaban siendo correctamente vigilados en el momento del ahogamiento fueron dados de alta de la unidad sin secuelas.

## 4.2. FACTORES PRONÓSTICOS

El análisis de los factores que indicaban buen o mal pronóstico se llevó a cabo con los datos recogidos desde 1992 hasta 2015 para su publicación posterior en el artículo “Prognostic factors of children admitted to a Pediatric Intensive Care Unit after an episode of drowning”, que figura en el anexo 4.

Durante los 24 años que se evaluaron para analizar los factores pronósticos 131 pacientes fueron registrados e ingresados en nuestra UCIP tras un episodio de ahogamiento, con una media de 5,5 (DE 2,7) pacientes por año, aunque existió una gran variabilidad interanual (intervalo 2 – 11 por año). Los hombres predominaron (95; 72,5%) en comparación con las mujeres (36; 27,4%). La mediana de edad en este periodo fue de 5 años (IQR 3 – 6) y la media de 5 años y 3 meses (DE 3 años y 3 meses). El 63,3% eran menores de 6 años. Los ahogamientos se produjeron en agua dulce en el 89,3% de los casos, mientras que los restantes sucedieron en agua salada.

En este periodo la mortalidad fue de 16,7% (22 pacientes), y 8,3% (11 pacientes) tuvieron secuelas neurológicas significativas al alta de la UCIP con encefalopatía grave. Por lo tanto, el resultado se clasificó como malo (muerte o encefalopatía grave) en 25,1% (33 pacientes).

No se encontraron diferencias significativas entre ambos periodos (Tabla 16), por lo que sólo se presentan los resultados globales. Como se ha reflejado previamente los datos que faltaban en los registros médicos eran inferiores al 10% en cada categoría.

	<b>1992 a 2004</b> <b>(n = 82)</b>	<b>2005 a 2015</b> <b>(n = 49)</b>	<b>Valor de p</b>
<b>Edad (media)</b>	5,18	5,43	0,69
<b>Varones</b>	68,2%	79,5%	0,23
<b>Agua dulce</b>	89,0%	89,8%	0,88
<b>Ahogamiento no presenciado</b>	78,9%	75,5%	0,83
<b>RCP avanzada</b>	33,3%	46,9%	0,18
<b>Valor en escala de coma de Glasgow <math>\leq 5</math></b>	60,0%	68,8%	0,42
<b>Pupilas midriáticas arreactivas</b>	23,4%	10,4%	0,11
<b>pH (medio)</b>	7,21	7,16	0,13
<b>Temperatura (media)</b>	36,0 °C	35,5 °C	0,13

Tabla 16. Comparación de periodo retrospectivo vs. prospectivo.

Los resultados del análisis de las variables consideradas inicialmente como factores pronósticos se encuentran en la tabla 17. El análisis multivariable que se trató de realizar previamente no tuvo validez debido al gran peso en los resultados de uno de los factores respecto a los demás.

INDICADORES PRONÓSTICOS	NORMAL O SECUELAS LEVES	SECUELAS GRAVES O COMA		VALOR DE P
		VEGETATIVO	MUERTES	
Ahogamiento presenciado	27 (96,4%)	0	1 (3,6%)	0,024
Ahogamiento no presenciado	67 (69,1%)	10 (10,3%)	20 (20,6%)	
No RCP	18 (100%)	0	0	<0,001
RCP básica	58 (100%)	0	0	
RCP avanzada (solo intubación)	17 (81,0%)	2 (9,5%)	2 (9,5%)	
RCP avanzada (intubación y adrenalina)	1 (3,7%)	8 (29,6%)	18 (66,7%)	
ECG ≤5	19 (40,4%)	10 (21,3%)	18 (38,3%)	<0,001
ECG >5	78 (96,3%)	0	3 (3,7%)	
Pupilas midriáticas no reactivas	3 (13,0%)	4 (17,4%)	16 (69,6%)	<0,001
Pupilas no midriáticas, reactivas	92 (90,2%)	5 (4,9%)	5 (4,9%)	
pH <7,10	9 (33,3%)	3 (11,1%)	15 (55,6%)	<0,001
pH ≥7,10	84 (91,3%)	7 (7,6%)	1 (1,1%)	

Tabla 17. Factores pronósticos analizados.



#### 4.2.1. PRESENCIA DEL AHOGAMIENTO

En el análisis univariante el primer factor pronóstico analizado fue si el ahogamiento fue presenciado. Se encontró que todos los ahogamientos presenciados excepto uno tuvo buenos resultados (96,4%), mientras que sólo el 69,1% de los ahogamientos no presenciados tuvieron buena evolución.

#### 4.2.2. PUNTUACIÓN EN LA ESCALA DE COMA DE GLASGOW

La puntuación en la ECG fue un factor de buen pronóstico si el valor era  $>5/15$  (sólo 3 muertes de 81 pacientes), pero con una puntuación más baja, no era un factor fiable.

#### 4.2.3. PUPILAS

El estado inicial de las pupilas predijo buen resultado si éstas no eran midriáticas y eran reactivas en la primera exploración neurológica (el 90,2% de estos pacientes tenían buena evolución) y predijo mala evolución en el 87% de los pacientes cuando eran midriáticas y no reactivas.

#### 4.2.4. pH

El pH fue indicador de buen pronóstico si era  $\geq 7,10$  en el momento del ingreso, con un 91,3% de los pacientes con buenos resultados. De los pacientes con pH  $< 7,10$  en el momento del ingreso solo el 33,3% tuvo buena evolución.

#### 4.2.5. TIPO DE RCP

Entre los factores predictores de pronóstico analizados el que más claramente se asoció con malos resultados fue el tipo de reanimación inicial realizada después del ahogamiento. Todos los pacientes que no requirieron RCP, o requirieron RCP exclusivamente básica (sin intubación endotraqueal ni administración intravenosa de adrenalina), tuvieron buena evolución, mientras que el 96,2% de los que requirieron RCP avanzada con administración de adrenalina tuvieron resultados deficientes.

Ante estos resultados se analizaron los factores pronósticos en función del tipo de RCP realizada. Los pacientes que necesitaron reanimación avanzada con administración de adrenalina tuvieron menor temperatura, menor puntuación de ECG

al ingreso, menor pH y bicarbonato al ingreso y un mayor nivel de glucosa (Tabla 18, figuras 30 – 34).

Estado clínico y analítico al ingreso	No RCP (n = 18)	RCP básica (n = 58)	RCP avanzada (solo intubación) (n = 21)	RCP avanzada (intubación y adrenalina) (n = 27)	Valor de p
Temperatura (°C media)	36,4 (DE 0,9)	36,4 (DE 0,8)	35,6 (DE 1,6)	34,0 (DE 1,8)*	<0,001
ECG (mediana)	14	11	5*	3*	<0,001
pH (media)	7,27 (DE 0,09)	7,26 (DE 0,1)	7,19 (DE 0,17)	6,94 (DE 0,21)*	<0,001
Bicarbonato (media en mmol/l)	21,1 (DE 4,1)	19,9 (DE 6,9)	18,4 (DE 4,9)	12,1 (DE 4,9)*	0,001
Glucosa (media en mg/dl)	152,6 (DE 65,1)	188,9 (DE 81,0)	230,5 (DE 80,0)	295,7 (DE 127,3)*	0,001

Tabla 18. Valores de temperatura, Glasgow, pH, bicarbonato y glucosa, dependiendo del tipo de reanimación cardiopulmonar (RCP). \*p<0,003 para comparación con otras variables. \*Versus No RCP y versus RCP básica.

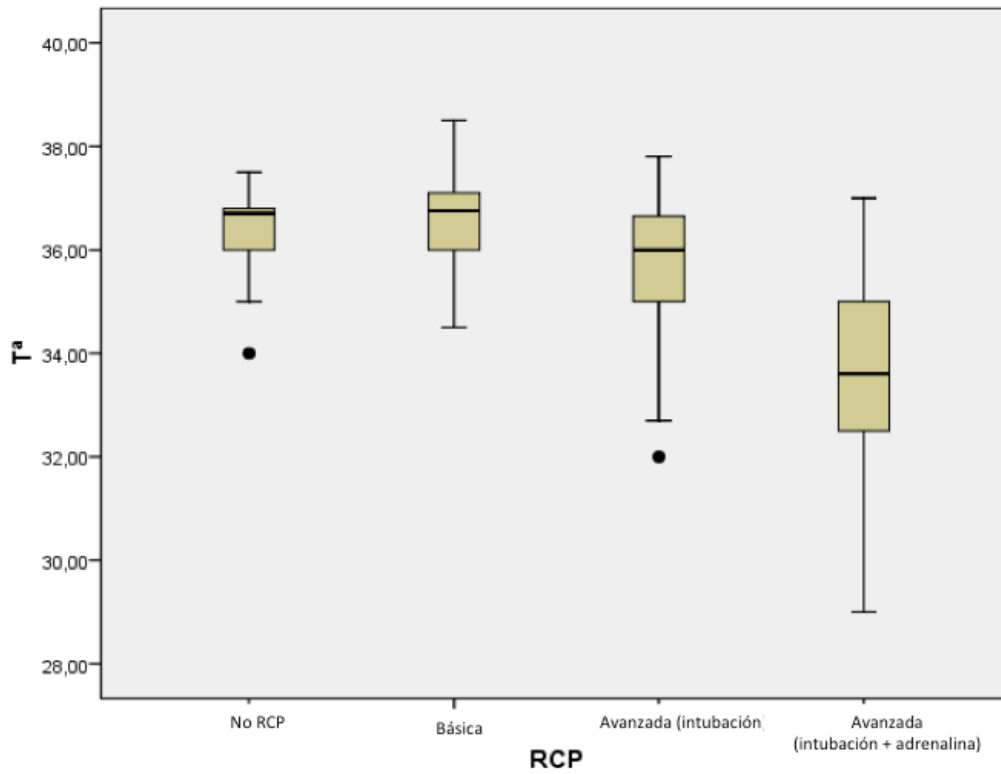


Figura 30. Box plot de temperatura según el tipo de RCP.

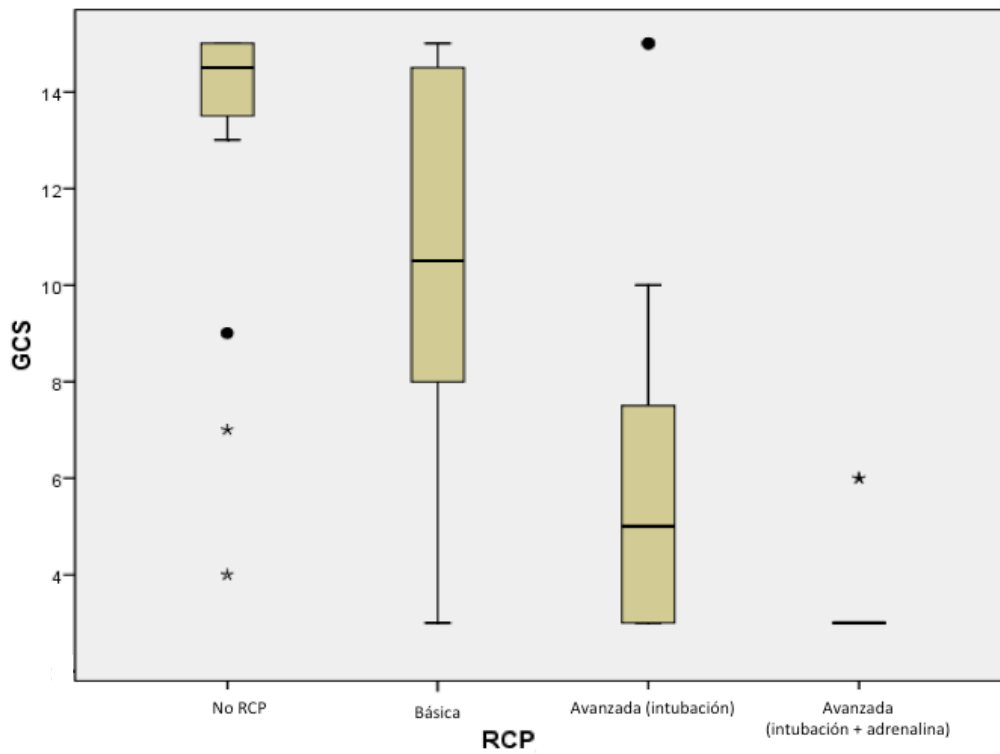


Figura 31. Box plot de valor en escala de coma de Glasgow según el tipo de RCP.

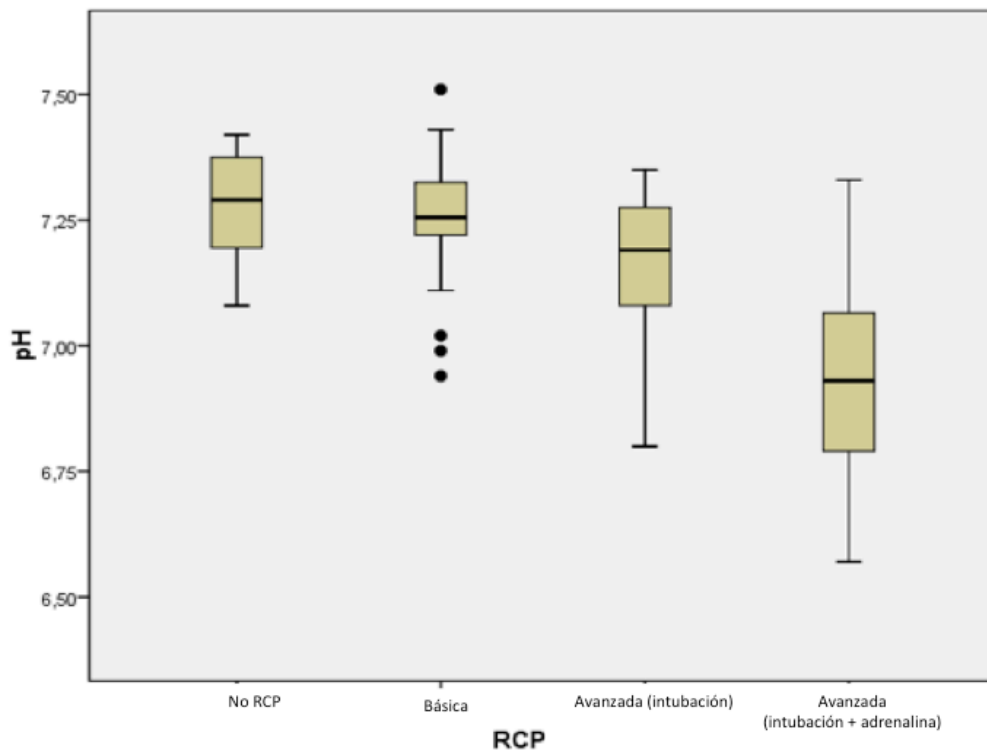


Figura 32. Box plot de primer pH sanguíneo según el tipo de RCP.

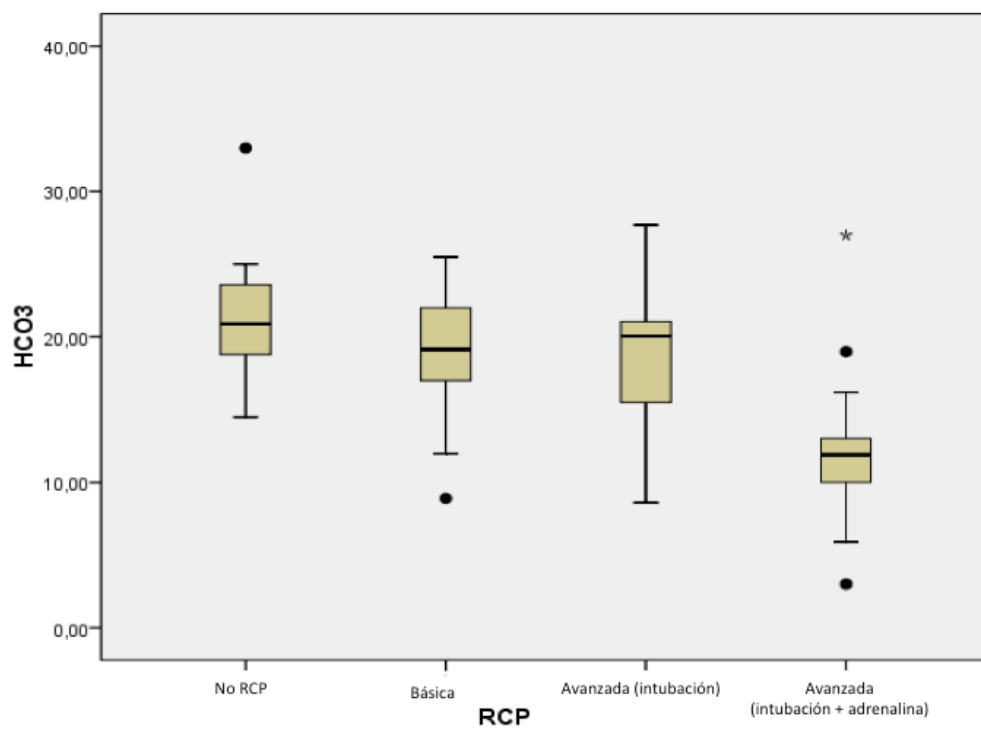


Figura 33. Box plot de bicarbonato en sangre según el tipo de RCP.

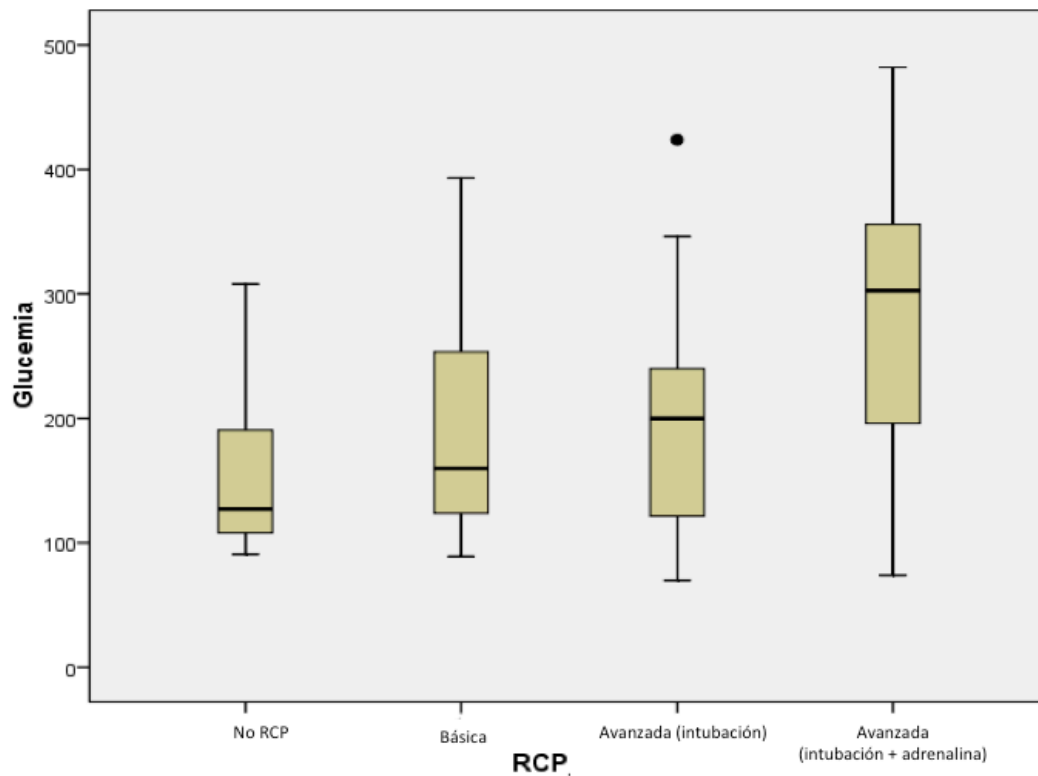


Figura 34. Box plot de glucemia inicial según el tipo de RCP.

No se analizaron los valores de ácido láctico ni el exceso de base en función del tipo de RCP ya que los datos perdidos fueron superiores al 10% tanto en el periodo prospectivo como en el retrospectivo.

El grupo en el que se había llevado a cabo RCP avanzada, con intubación y adrenalina también experimentó una mayor incidencia de convulsiones, SDRA, compromiso hemodinámico (considerado como necesidad de expansión de volumen o administración de fármacos inotrópicos o vasoactivos) e insuficiencia renal aguda (con valores de creatinina elevados para la edad) comparado con los otros grupos (Tabla 19).

Eventos	No RCP (n = 18)	RCP básica (n = 58)	RCP avanzada (solo con intubación) (n = 21)	RCP avanzada (intubación y adrenalina) (n = 27)	Valor de p
Convulsiones	11,1%	19,0%	19,0%	25,9%	0,065
SDRA	0	3,4%	19,0%	25,9%	0,006
Compromiso hemodinámico	5,6%	12,1%	57,1%	81,5%	<0,001
Insuficiencia renal	0	0	14,3%	40,7%	<0,001

Tabla 19. Diagnósticos o eventos durante la evolución según el tipo de reanimación cardiopulmonar (RCP).

#### 4.2.6. NATREMIA

Se analizaron los valores más patológicos de sodio en función del lugar del ahogamiento (agua dulce o salada). En el grupo de ahogados en piscinas el valor medio de sodio más patológico durante su ingreso fue de 135,4 (DE 4,4) y en agua salada de 145,3 (DE 6,4). No se encontró correlación con el pronóstico.

#### 4.2.7. HIPOTERMIA TERAPÉUTICA

Se aplicó hipotermia terapéutica a 8 pacientes que precisaron RCP (según el protocolo de la unidad con temperatura mantenida a 32°C con manta térmica durante 48 horas, con un calentamiento gradual posterior de 0,2°C por hora hasta recuperar la normotermia). Dos de ellos (25%) habían requerido RCP con intubación sin adrenalina, resultando ambos sin secuelas, y seis (75%) requirieron RCP con adrenalina, todos con resultados deficientes (4 muertes y 2 encefalopatías graves).

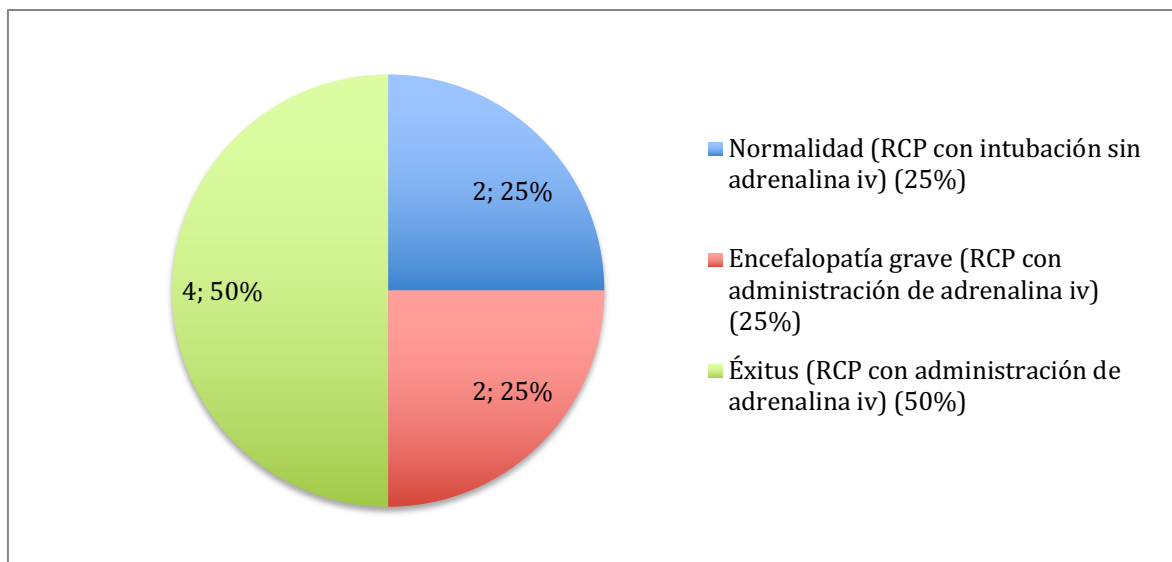


Figura 35. Resultados tras aplicación de hipotermia terapéutica.

#### 4.2.8. INFECCIÓN RESPIRATORIA PRECOZ

Los resultados obtenidos del análisis de las infecciones respiratorias precoces (en los primeros 5 días de ingreso tras el ahogamiento) entre los años 2005 y 2020 se presentaron en la comunicación: “Infecciones respiratorias precoces de pacientes intubados ingresados en una UCIP tras ahogamiento” en el 35 Congreso Nacional de la SECIP, que se incluye en el anexo 4 de esta tesis.

Durante este periodo ingresaron 69 pacientes, 59 de ellos (85,5%) ahogados en piscinas y el resto en el mar. Precisarón intubación 35 pacientes (50,7%), de los que se realizaron cultivos de aspirado traqueal (BAS) en 34 (97,1%). De los 45 BAS realizados en estos 34 pacientes se aislaron gérmenes en 32 muestras (71,1%). En 12 BAS (37,5% de los positivos), de 9 pacientes (26,4% de los que se cultivaron), la muestra fue significativa, detectando >100.000 ufc/ml. Estos resultados se encuentran en las tablas 20 y 21.

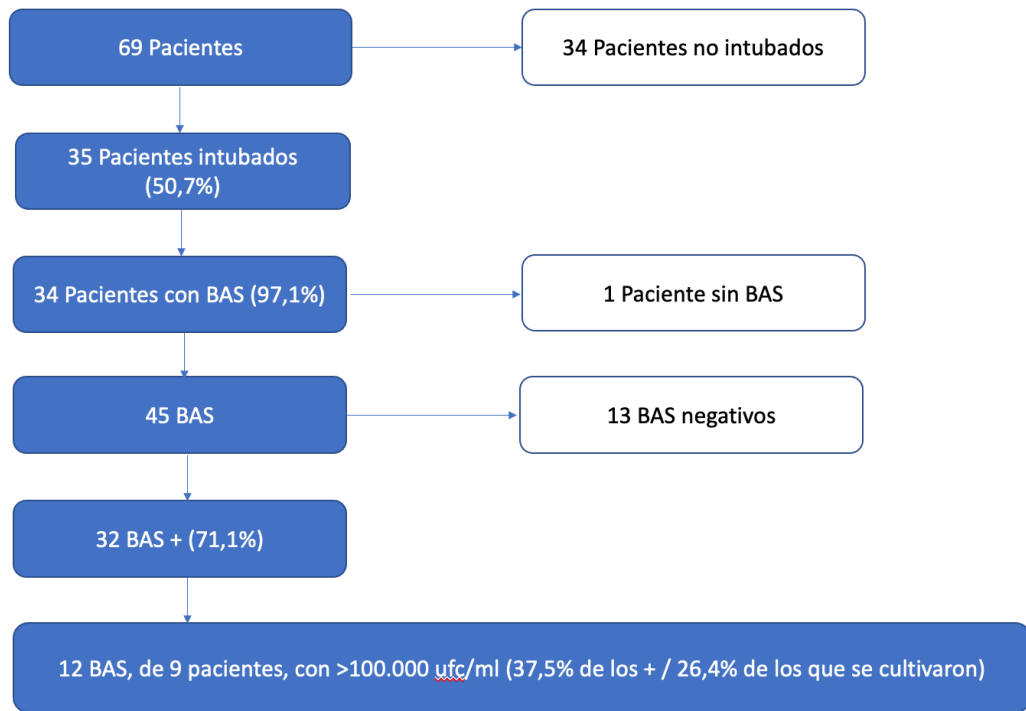


Figura 36. Diagrama de flujo de recogida de BAS entre los años 2005 y 2020.

Paciente 1	BAS 1	<i>K.pneumoniae</i>
	BAS 2	<i>E.aerogenes</i> <i>P.aeruginosa</i>
Paciente 2		<i>S.aureus</i>
Paciente 3		<i>M.catarrhalis</i>
Paciente 4	BAS 1	<i>K.oxytoca</i>
	BAS 2	<i>E.cloacae</i>
Paciente 5		<i>K.pneumoniae</i>
Paciente 6		<i>S.aureus</i>
Paciente 7		<i>H.influenzae</i>
Paciente 8	BAS 1	<i>S.aureus</i>
	BAS 2	<i>P.aeruginosa</i>
Paciente 9		<i>S.aureus</i>

Tabla 20: Pacientes con resultado positivo en BAS y tipo de gérmenes.



GÉRMEEN	N
<i>S.aureus</i>	4
<i>K.pneumoniae</i>	2
<i>P.aeruginosa</i>	2
<i>H.influenzae</i>	1
<i>M.catarrahalis</i>	1
<i>K.oxytoca</i>	1
<i>E.cloacae</i>	1
<i>E.aerogenes</i>	1

Tabla 21: Frecuencia de gérmenes encontrados en BAS.

Ninguno de los gérmenes aislados inicialmente fue multirresistente. Todos se detectaron en pacientes ahogados en piscinas. En todos los pacientes con cultivo positivo excepto uno (en el que no se pautó antibioticoterapia al ingreso) se había iniciado cobertura antibiótica con Amoxicilina-clavulánico. El 66,6% de los positivos presentó fiebre o febrícula. Todos los pacientes con cultivo positivo significativo tuvieron alteración compatible en la radiografía de tórax y elevación de proteína C reactiva y de la procalcitonina (PCT) (ésta en los 3 pacientes en los que se determinó) y presentaron leucocitosis >15.000/mm<sup>3</sup> o leucopenia <5.000/mm<sup>3</sup> un 77,7%. En este periodo fallecieron 9 niños, en 7 de los cuales (77,7%) se aislaron gérmenes en el aspirado traqueal, 5 de ellos (55,5%) con presencia de gérmenes >100.000 ufc/ml, aunque el fallecimiento no se relacionó con la infección respiratoria (Figura 37).

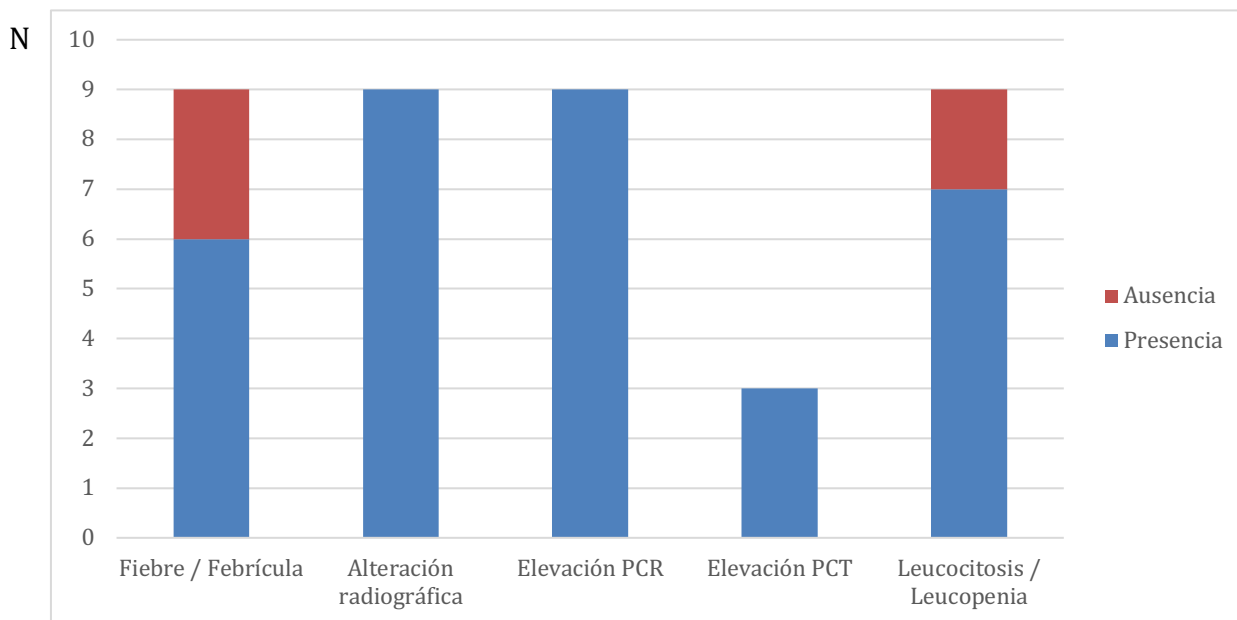


Figura 37. Clínica y exploraciones complementarias de los pacientes con BAS positivo.

4.2.9. TIPO DE TRASLADO

Se analizó también si había diferencia entre los pacientes trasladados inmediatamente al hospital de referencia (traslados primarios) y aquellos que primero se derivaban a un hospital de menor nivel y posteriormente precisaban un nuevo traslado a la UCIP (traslados secundarios). No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. Estos resultados se encuentran en las figuras 38 – 40.

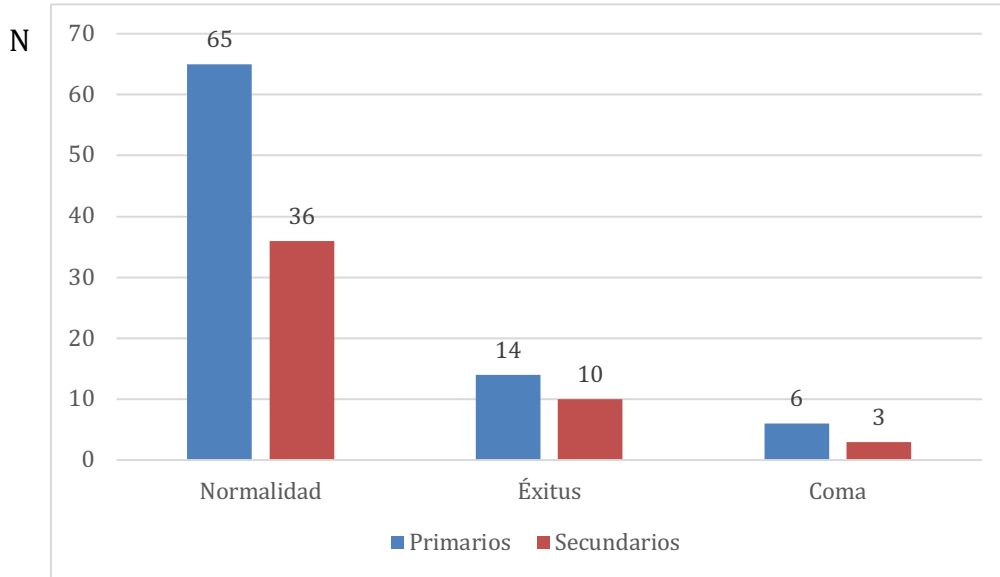


Figura 38. Resultado según tipo de traslado.

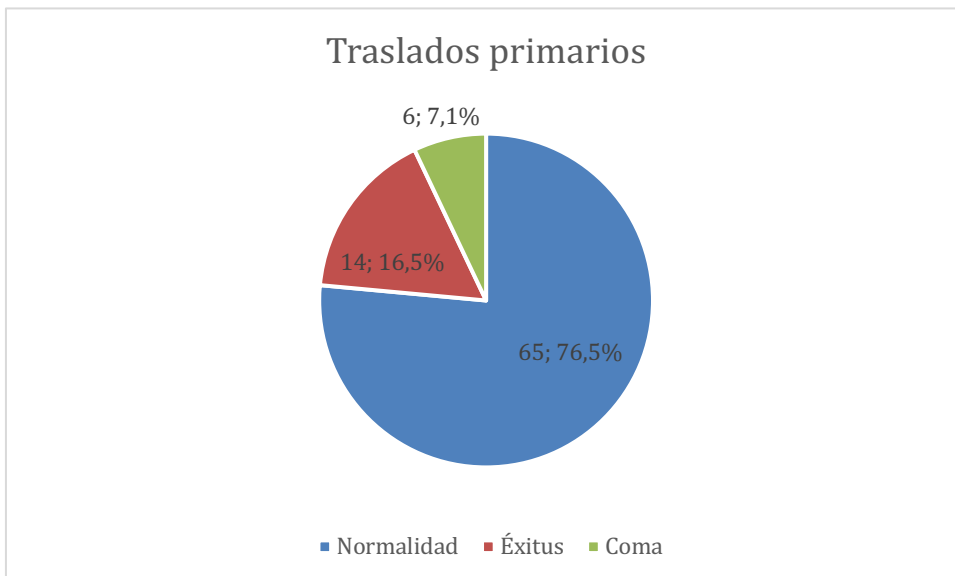


Figura 39. Resultados de los pacientes trasladados de forma primaria.

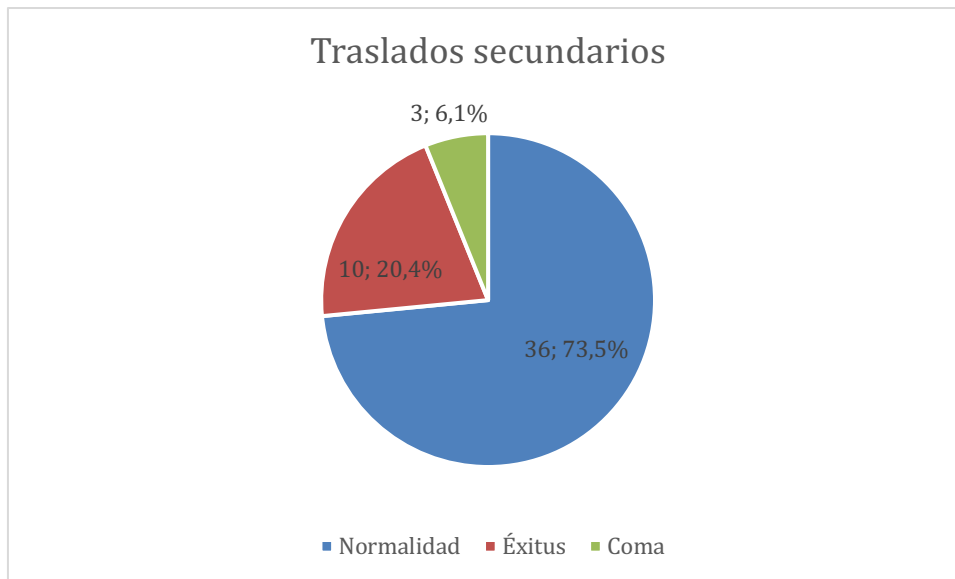


Figura 40. Resultados de los pacientes trasladados de forma secundaria.



## V. DISCUSIÓN



## 5. DISCUSIÓN

---

### 5.1. EPIDEMIOLOGÍA

El estudio en el que se basa esta tesis analiza los pacientes ingresados en una UCIP tras un episodio de ahogamiento en un periodo de 29 años. Durante este tiempo se produjo una gran variabilidad interanual respecto al número de ingresos, sin observarse un descenso claro con el paso del tiempo, a pesar de que la línea de tendencia es descendente (figura 12). Al tratarse de un número no muy elevado de ingresos anuales la tendencia podría verse afectada por variaciones puntuales en un año determinado en el futuro.

En este periodo, se han llevado a cabo acciones enfocadas a la prevención y rescate de este tipo de accidentes, y en países como Estados Unidos o Australia sí que se ha producido una reducción en el número de ahogamientos (153,184). En nuestra comunidad, ha aumentado la población en los últimos años del estudio, sobre todo la estacional o turística, así como el número de piscinas, por lo que podría haberse producido una disminución relativa de ahogamientos. Según un estudio publicado por investigadores de la UIB el número de piscinas de las islas podría haber aumentado desde 46.733 en 2006 hasta 62.599 en 2015 (185). Por lo tanto, el número de turistas y el número de piscinas ha aumentado de forma importante durante los últimos años, mientras que no se ha observado un aumento claro en el número de residentes ni en el número de ingresos en UCIP por ahogamiento.

El riesgo de sufrir un ahogamiento grave de un niño turista por día de permanencia en la comunidad es, en esta revisión, 14,12 veces mayor que el de un niño residente. Este mayor riesgo ya está descrito en la mayoría de trabajos previos en los que se comparan las tasas de ahogamiento de turistas y residentes, y podría deberse a que durante su estancia, los turistas, se encuentran cercanos a masas acuáticas consideradas recreacionales (fundamentalmente mar y piscinas) durante más horas al día que el global de residentes, la supervisión familiar podría relajarse al encontrarse en periodos de ocio y posiblemente los conocimientos de natación sean inferiores a los de la población local de la misma edad cuando estos turistas provienen de zonas sin acceso habitual al agua como forma recreativa. En cambio, los residentes podrían estar más concienciados de los riesgos del agua al vivir en una zona en la que las actividades recreativas acuáticas son muy frecuentes gracias al clima y la geografía. Además, los niños residentes, la mayoría de días que pasan en la comunidad realizan actividades rutinarias sin tener acceso al mar o piscinas de forma no supervisada, por lo que la exposición al riesgo es menor (32,66,186).

Estos datos contrastan con algún otro estudio, como la revisión llevada a cabo en Australia en 2012, en la que se observó que los turistas tenían menos incidencia de ahogamientos que los residentes, aunque probablemente esto se deba a que las características de la población sean distintas ya que se trata de un estudio que incluye tanto niños como adultos, por lo que las causas de ahogamiento podrían no ser las mismas (187).

La franja de edad donde el ahogamiento grave fue más frecuente fue entre 1 y 5 años. En la literatura, clásicamente se ha hablado de dos grupos de riesgo, los lactantes y niños menores de 5 años y los adolescentes (por conductas de riesgo) (17,19,20). En esta revisión, al no registrar los pacientes mayores de 15 años (ya que estos son derivados a Unidades de Cuidados Intensivos de Adultos), el grupo más frecuente es el de los menores de 5 años. Estos datos corroboran lo ya descrito en estudios anteriores (188).

La mediana de edad fue mayor en niños turistas que residentes. Una de las causas de esto podría ser que los niños residentes reciben clases de natación de forma más precoz que los turistas en general y los niños más mayores ya saben nadar. En Baleares es frecuente comenzar las clases de natación durante los primeros años de vida, siendo una actividad que se ofrece de forma complementaria en bastantes centros escolares, aunque no es obligatoria. También están muy extendidos los cursos privados de natación para niños pequeños, incluso durante el primer año de vida. Por todo ello es posible que los niños residentes tengan en general unas habilidades de natación superiores a los del mismo grupo de edad del global de los niños turistas y que la población local sea más consciente de los riesgos de ahogamiento que la población turística en general. La distribución de edades también podría ser distinta en la población de niños turistas y los residentes, por la mayor facilidad de los niños mayores para viajar, pero este aspecto no ha podido ser analizado con los datos disponibles.

Hubo un predominio claro de varones, como en la mayoría de las revisiones previas, con un porcentaje incluso mayor (75%) que el descrito en otros estudios de nuestro país (29). Solamente se ha encontrado una revisión en el que el ahogamiento fue más frecuente en niñas que en niños; se trata del trabajo de Al-Fifi, llevado a cabo en Arabia Saudí. La muestra de este trabajo es pequeña (19 niños) y en este caso la mayoría de ahogamientos fueron domésticos, producidos en espacios destinados al lavado de ropa, por lo que la población parece distinta (34).

Hay un claro predominio estacional del periodo estival. En esta época, en la que la temperatura ambiental invita al baño, es cuando más aumenta la población turística y en la que hay más acceso a piscinas y al mar, por lo tanto aumenta la exposición al riesgo. Los ahogamientos fuera del periodo estival fueron más frecuentes en residentes que en turistas y sobre todo en piscinas privadas, sin vigilancia, cuando el niño escapa de la supervisión familiar y cae de forma accidental. El predominio de ahogamientos en verano es constante en las revisiones llevadas a cabo (131).

El lugar de ahogamiento más frecuente de forma global en el estudio fueron las piscinas (88,8%) en comparación con las playas. Esto pudo deberse a que cuando los niños se bañan en el mar lo suelen hacer acompañados de adultos, mientras que cuando lo hacen en piscinas la supervisión podría ser más relajada por menor percepción del riesgo. El 77,8% de los niños se ahogaron mientras no estaban siendo supervisados de forma adecuada.

La causa principal del ahogamiento fue que niños que no sabían nadar de forma correcta escapaban de la supervisión familiar o esta no era la adecuada. No se observó



ningún caso de ahogamiento relacionado con la ingesta de alcohol u otros tóxicos, probablemente porque cuando ésta ocurre suele ser a edades más avanzadas (los pacientes mayores de 15 años son derivados a unidades de adultos por lo que no pudieron analizarse), aunque no puede descartarse que esta también hubiera podido pasar inadvertida. Tampoco se describieron casos de suicidios u homicidios, pese a estar reflejados en la literatura revisada. Sí que hubo ahogamientos relacionados con crisis convulsivas o patología cardíaca, lo que refuerza las recomendaciones de extremar las precauciones durante el baño e individualizar las lecciones de natación en niños con diagnósticos de este tipo. También se han descrito casos de ahogamientos durante juegos o actividades de riesgo que deben evitarse en todo momento en el medio acuático.

El riesgo de ahogamiento grave de los niños turistas frente a los residentes fue muy superior (14,12 veces según los datos obtenidos en esta revisión), con una edad mediana mayor y con más predominio estival. Por lo tanto, a pesar de que las medidas preventivas deben dirigirse a toda la población en riesgo, es en este grupo de pacientes en los que se debe centrar la prevención en nuestro medio: la población turística, durante los meses de verano, en las piscinas públicas, insistiendo especialmente en la importancia de una supervisión adecuada.

Esta revisión tiene las limitaciones de que no se han podido analizar los pacientes que han sufrido un ahogamiento y tras la reanimación inicial han mejorado lo suficiente como para no precisar un ingreso en cuidados intensivos, aquellos que por su edad lo han hecho en Unidades de Cuidados Intensivos de Adultos, o en los que por su gravedad se ha producido un éxitus antes del ingreso hospitalario. Por todo ello, estos datos pueden ser solo la punta del iceberg de los ahogamientos en nuestro medio. Considerando los ahogamientos como parte de la Enfermedad Traumática en el Niño (ETN) (se estima que en nuestro país los ahogamientos causan hasta un 15% de las muertes por ETN), puede estimarse la magnitud del problema observando la “pirámide lesional ampliada” creada para este fin (142). Según una revisión llevada a cabo por Szpilman en 2015 podría haber en torno a 146 rescates por socorristas en playas por cada RCP llevada a cabo (189).



Figura 41. Pirámide lesional ampliada. Adaptado de Laín A, Cañadas S, Huguet L, Domínguez P. Enfermedad Traumática en el Niño. In: Sánchez P, Travería FJ, Domínguez P, Alonso G, Olivé M, Cañadas S, editors. Manual de Movilización e Inmovilización en la Atención Inicial al Trauma Pediátrico. 1st ed. Majadahonda (Madrid): Ergon; 2017. p. 1–8.

## 5.2. PRONÓSTICO

En revisiones previas se ha descrito mala evolución en el 5,8% (IC 95% 4,7 – 7,2) de pacientes hospitalizados tras ahogamiento. El porcentaje de pacientes con mala evolución de nuestra serie (26,2%) es similar al descrito en estudios previos de pacientes graves que requirieron cuidados intensivos (59,74,92,188).

En nuestra serie, el factor más importante para predecir mal resultado fue la necesidad de maniobras de reanimación cardiopulmonar avanzadas en el lugar del accidente, especialmente cuando se requería la administración intravenosa de adrenalina.

Todos los pacientes de los grupos sin necesidad de reanimación cardiopulmonar o reanimación cardiopulmonar básica sin maniobras avanzadas tuvieron un buen curso clínico, sin secuelas neurológicas significativas al alta de cuidados intensivos en ninguno de ellos.

En el grupo de pacientes que necesitaron RCP avanzada con intubación endotraqueal, pero sin administración adrenalina, el 19% tuvo resultados deficientes. No fue posible diferenciar otros factores de mal pronóstico debido al tamaño de la muestra en este grupo (21 pacientes). Sería necesaria una muestra más grande de pacientes que precisan intubación endotraqueal pero no la administración de

adrenalina intravenosa para analizar los factores de buen o mal pronóstico en este subgrupo.

Finalmente, en los pacientes que requirieron RCP avanzada con administración de adrenalina, se observaron resultados deficientes en todos excepto uno. Por lo tanto, la necesidad de tales maniobras predice claramente un mal pronóstico neurológico.

En 2015, Mtaweh y colaboradores (127), con una serie más pequeña (60 casos), también sugirieron buen resultado en pacientes que solamente habían sufrido insuficiencia respiratoria y mal resultado en pacientes que habían sufrido una parada cardíaca. En la revisión de Youn de 2009, en la que se analizaron pacientes en parada cardiorrespiratoria extrahospitalaria tras ahogamiento, también se obtuvieron malos resultados neurológicos en el 93,1% de los casos, aunque se trataba de un grupo en la que la mayoría eran adultos y en el que la causa del ahogamiento fue mayoritariamente el intento de suicidio (190). Todos estos pacientes necesitaron ventilación mecánica. No se han encontrado estudios en los que se correlacione la administración de adrenalina endovenosa con el pronóstico neurológico.

La variable “tiempo de inmersión” es difícil de medir porque los datos en el lugar del evento son a menudo confusos. En nuestro estudio, se recogieron datos sobre si el ahogamiento fue presenciado o no, aceptando que en aquellos accidentes presenciados el rescate fue globalmente más rápido y por lo tanto el tiempo de inmersión fue inferior. Parece obvio suponer que los niños con menor tiempo de inmersión tendrían mejor estado neurológico tras el accidente y mejor pronóstico. Así lo confirma la revisión más reciente del ILCOR, que sigue considerando el tiempo de inmersión como la variable de la que depende más el pronóstico (61). En nuestra serie, el pronóstico fue bueno en casos de ahogamiento presenciado. Se encontró que cuando no se presenciaba un ahogamiento era necesario aplicar medidas de reanimación más avanzadas y el pronóstico era peor (30).

El examen neurológico después de un evento traumático debe evaluar inicialmente la puntuación en la ECG y el estado de las pupilas. Peor puntuación en la ECG (de 3 – 5 sobre 15) se describe en la literatura como un factor de mal pronóstico. Nuestra serie confirmó que los pacientes con valores bajos en ECG tenían peor pronóstico, y los pacientes con valores de ECG superiores a 5 tenían buen pronóstico (96,3%). Al comparar los valores en la ECG y el tipo de reanimación, se concluyó que en los pacientes que requerían RCP avanzada los valores en la ECG eran inferiores a los de los otros grupos.

Algo similar ocurrió con el tamaño y la reactividad de las pupilas, con peor pronóstico en pacientes con pupilas midriáticas no reactivas en el examen inicial. Hubo buena evolución en el 90,2% de los pacientes que no mostraron pupilas midriáticas no

reactivas en el momento del ingreso.

Un pH inicial por debajo de 7,10 también se ha sugerido como un factor de mal pronóstico en la literatura. El estudio llevado a cabo confirmó que los pacientes con pH de 7,10 o superior tenían mejor pronóstico en comparación con aquellos con pH inferior a 7,10 (buen curso clínico en el 91,3% de los pacientes con  $\text{pH} \geq 7,10$ ), pero este factor tiene una asociación menos fuerte con el pronóstico que el tipo de RCP. Los valores de bicarbonato también fueron inferiores en los pacientes más graves que en los pacientes sin secuelas. La disminución del pH y del bicarbonato puede deberse en este tipo de accidentes a una mala perfusión de los tejidos debido a una inmersión prolongada o a una isquemia prolongada durante la reanimación. La acidosis, junto con coagulopatía e hipotermia es conocida desde hace años como una triada de mal pronóstico en pacientes con patología traumática (191).

En el grupo de pacientes más gravemente afectados, en los que se realizaron maniobras avanzadas de RCP, también se observaron niveles más altos de glucosa en sangre. En estudios anteriores se ha sugerido la hiperglucemia al ingreso en UCIP como un marcador de gravedad y de peor pronóstico con aumento de la mortalidad. En este grupo se registraron también más complicaciones en su curso clínico, como convulsiones, SDRA, compromiso hemodinámico (con necesidad de expansión de volumen o administración de drogas inotrópicas o vasoactivas) e insuficiencia renal (30,192).

Como se ha descrito en los últimos años es dudoso que los pacientes que se ahogan en agua fría tengan un mejor pronóstico debido a un efecto neuroprotector de la hipotermia. En nuestro medio ambiente (el Mar Mediterráneo), el agua marina es templada (en torno a 13 – 15°C en invierno y hasta 26 – 28°C en verano), siendo habitualmente incluso superior en las piscinas. Por esto la hipotermia inicial suele indicar un tiempo de inmersión prolongado. Esto se confirma por el hecho de que la temperatura registrada fue significativamente inferior en aquellos pacientes que requirieron RCP avanzada con administración de adrenalina que en los otros grupos, y por tanto evolucionaron peor (99,130).

La hipotermia terapéutica se ha descrito como una terapia neuroprotectora en pacientes que sufren una parada cardíaca. Existen algunos casos publicados de buenos resultados neurológicos a corto plazo después de realizar hipotermia terapéutica en pacientes con parada cardíaca que requirieron reanimación cardiopulmonar avanzada después de ahogarse, pero en la serie publicada por Moler en 2016 no mejoraba de forma significativa la supervivencia ni el resultado neurológico a largo plazo (1 año) (137,193). Un estudio reciente publicado en 2019 refleja mejor pronóstico en adultos que habían sufrido una parada cardíaca (no específicamente debida a ahogamiento) con ritmo no desfibrilable sometidos a hipotermia de 33°C durante las primeras 24 horas comparado con aquellos en los que el objetivo de temperatura había sido 37°C (194). En esta revisión, la hipotermia se aplicó a unos pocos pacientes, sin mejorar el pronóstico de aquellos que requerían RCP avanzada, aunque el número de casos no fue

suficiente para extraer conclusiones. Sería necesaria una muestra más amplia para confirmar estos datos, pero parece que en pacientes con un pronóstico neurológico inicial malo (aquellos que requirieron RCP avanzada con administración intravenosa de adrenalina) puede ser innecesario tomar tal medida terapéutica prolongando además el ingreso y la posible donación de órganos (195).

No se obtuvo correlación entre la presencia de gérmenes en el aspirado traqueal inicial y el pronóstico de los pacientes. No se encontró evidencia suficiente para cambiar los protocolos de antibioterapia existentes en la actualidad. La cobertura antibiótica inicial con Amoxicilina-clavulánico cubre la mayoría de los gérmenes encontrados en los cultivos precoces en nuestro medio. La clínica sugestiva y el aumento evolutivo de proteína C reactiva o de procalcitonina deben hacer sospechar una infección respiratoria asociada y valorar el inicio de antibioterapia empírica. Se necesitan estudios multicéntricos para determinar los gérmenes más frecuentes en pacientes ahogados, el tratamiento antibiótico más adecuado y cuándo debe iniciarse éste (93).

No se observó diferencia significativa en cuanto al pronóstico de aquellos pacientes que se trasladaron de forma primaria al hospital de referencia y aquellos que se derivaron de forma inicial al hospital más cercano y posteriormente de forma secundaria al hospital de referencia.

En los últimos años se están desarrollando tecnologías como la Inteligencia Artificial cuya utilidad aún no ha sido explorada para pronosticar el resultado de los pacientes que han sufrido un ahogamiento, según lo hallado en la literatura, pero que ya se han empleado con éxito a la hora de predecir la evolución de determinados pacientes, como por ejemplo aquellos niños ingresados que pueden desarrollar un cuadro séptico. También se han desarrollado modelos predictivos basados en Machine Learning para predecir el riesgo de mortalidad de pacientes ingresados en UCIP de forma evolutiva, pero que tampoco se han aplicado exclusivamente por grupos diagnósticos. Estas nuevas tecnologías permiten integrar una gran cantidad de datos clínicos y analíticos de cada paciente y si continúan desarrollándose en los próximos años podrían ser útiles a la hora de predecir el pronóstico de pacientes ahogados (196,197).

La relevancia fundamental de esta tesis, en cuanto a los factores pronósticos se refiere, consiste en la posibilidad de predecir con alta fiabilidad el resultado neurológico en un niño que ha sufrido un episodio de ahogamiento. Puede ser útil a la hora de ofrecer información a la familia y para guiar el tratamiento después de la reanimación inicial. Debido a que estos pacientes son potenciales donantes de órganos, inicialmente debe ofrecerse todo el tratamiento intensivo, a pesar de que los datos indiquen mal pronóstico neurológico, hasta evaluar esta posibilidad con la familia. En los pacientes donantes de órganos un menor tiempo desde que se produce el accidente hasta que se lleva a cabo la donación podría, en algunas ocasiones, mejorar el estado de estos órganos en el momento del explante.

En este estudio se agrupó una cohorte prospectiva de pacientes con una retrospectiva. Debido a que fueron ingresados en una unidad de cuidados intensivos,

los datos se recogieron sistemáticamente en registros gráficos y evolutivos médicos, por lo que se perdieron pocos datos en los pacientes del grupo retrospectivo (menos del 10% en cada categoría analizada). Esto permite el análisis de un mayor número de pacientes al minimizar el potencial de error en las variables. El reclutamiento de todos los pacientes en el mismo centro elimina las diferencias en los tratamientos entre hospitales.

Al igual que en el análisis epidemiológico, esta tesis tiene algunas otras limitaciones. No se dispusieron de los datos de los pacientes que sufrieron un ahogamiento y, después del tratamiento inicial, mejoraron lo suficiente como para no necesitar un ingreso a cuidados intensivos. El otro grupo de pacientes que no pudieron ser analizados es el de los que fallecieron antes de ser hospitalizados.

Debido al número limitado de pacientes por año, no fue posible comprobar si los cambios producidos en el tiempo en las prácticas de atención médica o en las recomendaciones de RCP mejoraron el resultado neurológico. Se necesitaría un estudio multicéntrico para reclutar el suficiente número de pacientes, pero entonces podría perderse fiabilidad por las diferencias en los protocolos y terapias entre los distintos centros y unidades de intervención inmediata.

Otra posible limitación es que no se pudieron seguir algunos pacientes a largo plazo ya que muchos de ellos se encontraban de visita turística en la comunidad.

### 5.3. PREVENCIÓN

Tras analizar los factores que predicen buen o mal pronóstico en los niños que han sufrido un ahogamiento, se ha comprobado que este pronóstico depende mucho más de las características del accidente y del tipo de reanimación que de las medidas que puedan tomarse en cuidados intensivos tras el mismo. Por lo tanto, es necesario insistir en las medidas preventivas y de reanimación inicial para obtener los mayores beneficios (13,30,127,198).

La supervisión adecuada ha demostrado ser la medida preventiva más eficiente a la hora de evitar estos accidentes, o en el caso de que se produzcan, sean de la menor gravedad posible, probablemente por asociarse a una intervención inmediata y un menor tiempo de inmersión. En esta revisión solo uno de los pacientes que sufrió un ahogamiento mientras era supervisado de manera adecuada precisó RCP y tuvo mala evolución. Por lo tanto, la supervisión debe ser constante, cercana y por un adulto que sepa nadar y con capacidad para realizar un rescate. Hay que evitar distracciones como teléfonos móviles o entablar relaciones sociales (24,29,153).

De las intervenciones propuestas por la OMS a nivel mundial para prevenir los ahogamientos hay al menos 3 que también podrían optimizarse en nuestro medio: instalar barreras para controlar el acceso al agua, enseñar natación a los niños en edad

escolar a nadar y competencias para la seguridad en el agua, y formar a las personas del entorno en rescates seguros y reanimación (39).

La colocación de vallas que dificulten el acceso de los niños a la piscina cuando no están siendo supervisados (de al menos 140-150 cm de altura, que cubran todo el perímetro de la piscina, con sistema de autocierre y que no puedan ser atravesadas por su parte inferior, o entre los barrotes) puede obtener su máximo beneficio en momentos en los que la piscina no está siendo vigilada, bien por la época del año o por el horario en el que se produce la caída al agua (24,146,152,153). Aunque en esta revisión no se ha podido evaluar el papel de las vallas, si que se ha observado que los niños residentes en la comunidad son aquellos que más sufren ahogamientos fuera del periodo estival. Esta iniciativa podría disminuir el número y la gravedad de los accidentes de este tipo, si bien, hasta el momento actual en nuestra comunidad, las barreras no son de implantación obligatoria en piscinas privadas o comunitarias. Para obtener el máximo beneficio de esta medida se debería considerar legislar sobre la obligatoriedad de su instalación, como sucede por ejemplo en países como Australia, donde además se somete a las piscinas privadas a inspecciones periódicas (41).

Existen otros sistemas de seguridad, como alarmas que suenan cuando un niño u objeto cae a la piscina de manera accidental, o coberturas para las piscinas, pero no se han encontrado estudios en la literatura que avalen de forma clara su seguridad ni deberían por lo tanto sustituir al vallado. En todo caso podrían ser una medida preventiva adicional, teniendo siempre la precaución de que las coberturas no permitan la caída al agua del individuo impidiendo luego la salida de la misma (153).

La enseñanza de nociones básicas de natación adquiere especial importancia en población, como la de Baleares, con fácil acceso al agua (piscinas, zonas costeras, estanques). El 73,1% de los pacientes analizados en esta serie no sabía nadar de forma correcta. De 1 a 4 años el aprendizaje de natación podría disminuir la tasa de ahogamientos, aunque las competencias adquiridas probablemente no sean suficientes para evitar los accidentes, por lo tanto no deberían sustituir una supervisión adecuada, siendo además en esta la franja de edad la que más accidentes graves se producen (146,153,199). En esta revisión la mediana de edad fue inferior en los niños residentes que los turistas, probablemente por una mayor concienciación de la población local sobre el peligro de los ahogamientos y mayor oferta de clases de natación a edades tempranas, favoreciendo así la adquisición precoz de competencias en natación, con lo que los niños de mayor edad habitualmente ya saben nadar. Las recomendaciones a nivel mundial son desarrollar programas de natación, sobre todo a partir de los 4 – 6 años (edad a partir de la cual se adquiere la maduración y la coordinación neuromuscular necesarias para poder nadar de forma adecuada), y que incluyan seguridad en el agua, rescate, conocimientos y actitud hacia el agua. A pesar de estas recomendaciones iniciar las clases a edades más tempranas también puede ofrecer beneficios adicionales en otros campos como son el desarrollo de la psicomotricidad de los niños (39,157,200).

Los sistemas de flotabilidad infantiles no son completamente seguros y pueden ofrecer al niño y a los cuidadores la sensación de ausencia de peligro, distrayéndolos de

la correcta supervisión. De todos los sistemas de flotabilidad, los chalecos salvavidas son los que proporcionan mayor seguridad ya que son los que tienen un menor riesgo de liberarse de forma accidental.

Por lo tanto, los niños deben aprender a nadar y conocer las normas de seguridad, nunca deben nadar solos y se debe insistir en la supervisión sin distracciones (152,153,201).

En los pacientes ahogados que sí que saben nadar es importante descartar otra posible causa de ahogamiento (en esta serie se asociaron ahogamientos a actividades de riesgo, traumatismos, crisis convulsivas o arritmias: en el grupo retrospectivo hubo una muerte súbita recuperada producida por una fibrilación ventricular en un paciente con displasia arritmogénica de ventrículo derecho). Por tanto, es recomendable que se ofrezcan consejos sobre seguridad en medio acuático de forma dirigida a pacientes con antecedentes de patología cardíaca o epiléptica. No hay recomendaciones claras en la literatura sobre cuál es el momento en el que estos niños deben aprender a nadar y en qué condiciones de seguridad.

Una medida útil, tanto para mejorar la asistencia a víctimas de ahogamientos como en otras patologías sería que la población general estuviera correctamente formada en RCP básica. Si bien está descrito en otras series que cuando se producen paradas respiratorias tras ahogamientos en menores la mayoría de éstos suelen ser reanimados por los testigos, en nuestra serie se aprecia que estas maniobras no siempre son correctas (141). La demora hasta el inicio de las maniobras de reanimación iniciales en un paciente en parada cardiorrespiratoria empeora claramente el pronóstico (13,88). En esta serie se registró que al menos la mitad de los pacientes analizados podrían haber recibido mejor asistencia inicial de haber estado presentes testigos formados en técnicas de reanimación. Estos datos son similares a los observados en series previas. Realizar cursos de RCP básica para padres, propietarios o usuarios habituales de piscinas cobra especial importancia. Dado que muchas veces los testigos del accidente y posibles rescatadores son otros niños, sería conveniente la enseñanza de técnicas de reanimación a la población infantil, siendo las recomendaciones actuales del European Resuscitation Council (ERC) realizar la enseñanza de una RCP básica completa en torno a los 12 años, aunque a edades más tempranas se pueden aprender tareas más elementales que igualmente pueden resultar beneficiosas en situaciones de emergencias médicas. Una estrategia de enseñanza de RCP en colegios de forma generalizada haría que en unos años buena parte de la población general estuviera formada para atender paradas cardiorrespiratorias con maniobras básicas. La estructura piramidal en la enseñanza en RCP (de instructores a profesores, en los colegios o durante su formación universitaria, y posteriormente de profesores a alumnos) parece el método más eficiente. En los últimos años se están explorando métodos pedagógicos como programas informáticos, aplicaciones para teléfonos móviles o dispositivos de realidad aumentada, que todavía deben ser mejor evaluados para extraer conclusiones (13,39,74,88,202–206).

En nuestra comunidad se ha desarrollado en los últimos años un aprendizaje de RCP básica y desfibrilador semiautomático dentro del programa “Alerta Escolar” de



enseñanza a profesores, aunque con carácter voluntario. En algún colegio se ha trabajado con un proyecto piloto de enseñanza de RCP a profesores y posteriormente a adultos, con buenos resultados formativos. Desde febrero de 2022 se ha iniciado el programa de “Reanimación cardiopulmonar en la escuela”, en el que instructores del SAMU 061 enseñan RCP básica a profesores de centros educativos y estos a su vez al alumnado de 1º y 2º de la educación secundaria obligatoria, con la supervisión de profesionales del SAMU 061. Los resultados de este programa todavía no han podido ser evaluados por su reciente implantación.

La presencia de socorristas, formados y entrenados en vigilancia, prevención, rescate acuático y primeros auxilios, en playas o en piscinas de establecimientos públicos (a partir de un determinado número de bañistas o superficie de agua) está regulada por la legislación Balear. Sin embargo, no requiere su presencia en todas las piscinas públicas o playas, ni en las piscinas privadas o de comunidades de vecinos, ni se da en todos los horarios ni épocas del año. Por lo tanto, aunque es importante la existencia de socorristas, en las playas vigiladas o establecimientos públicos que lo requieran, su presencia no debe obviar el resto de las medidas, especialmente no debe suponer delegar la necesaria supervisión familiar en la labor de vigilancia del socorrista.

Es necesario reforzar la consciencia de la población del peligro que supone un ahogamiento, probablemente con campañas de comunicación estratégicas. Para evitar un mayor número de ahogamientos deberían enfocarse sobre todo hacia el sector turístico, con una selección de mensajes, medios y canales, dirigidos a la vigilancia adecuada en niños, especialmente en piscinas y en los establecimientos públicos y a evitar las conductas de riesgo en niños mayores. Además, los pediatras deben concienciar a las familias de niños residentes de los peligros de los ahogamientos e informar de todas estas medidas preventivas. Los pediatras deben seguir insistiendo en recomendaciones sobre seguridad domiciliaria para evitar accidentes como vaciar cubos y recipientes de agua, no dejar a los niños solos en cuartos de baño o recordar que haber recibido lecciones de natación no elimina el riesgo de ahogamiento (39,153).

Otras medidas globales descritas por la OMS, que podrían tener un papel importante para la prevención, son proporcionar espacios seguros alejados del agua para niños en edad preescolar, gestionar los riesgos de inundaciones y establecer reglamentos para las embarcaciones (39).

En nuestro medio los espacios destinados al cuidado y educación de los niños, como colegios y guarderías, en general son seguros en cuanto a las medidas de acceso al agua, pero deben someterse a inspecciones periódicas y adecuar la supervisión a los posibles riesgos.

A pesar de que en nuestro entorno no hay un riesgo elevado de fenómenos naturales como terremotos o tsunamis, sí que pueden producirse, como así ha ocurrido en los últimos años y de forma periódica, tormentas de elevada intensidad que produzcan inundaciones con riesgo de accidentes. Es necesario que se planifique el desarrollo urbanístico y se instruya a la población sobre la actuación correcta de

producirse estos eventos para minimizar en la medida de lo posible los efectos de estos fenómenos.

El número de embarcaciones, sobre todo aquellas de transporte de pasajeros, está aumentando de forma considerable en nuestra comunidad en los últimos años. Por ello deben extremarse las medidas de seguridad y planes de evacuación en estos vehículos. Además, según lo descrito en la literatura, deben utilizarse sistemas de flotabilidad personal homologados como los chalecos salvavidas por los niños que viajen en embarcaciones recreativas.

También se está produciendo la llegada de migrantes a las costas de la comunidad en embarcaciones no seguras, sin poderse cuantificar con exactitud el número de víctimas que se producen antes de llegar a tierra ni cuantos de ellos son niños. Se debería desarrollar una estrategia global en países del Mediterráneo para evitar que estos desplazamientos se produzcan en embarcaciones con seguridad precaria, así como prestar ayuda a los pasajeros de dichas embarcaciones en alta mar en caso necesario.

A pesar de que la mayoría de los ahogamientos en niños en nuestro entorno se producen en piscinas deben seguir utilizándose los recursos actuales sobre seguridad en playas como la presencia de socorristas o la adecuada señalización. Otros medios como los drones todavía no están suficientemente evaluados como para recomendarse, aunque podrían ser útiles en un futuro.

Es necesaria la realización de estudios bien diseñados para comprobar la efectividad de las medidas anteriormente comentadas ya que la evidencia actual es limitada (146).

La OMS categoriza las medidas preventivas en tres grupos. A continuación se resumen las principales expuestas previamente según esta estrategia (207).

Educación	Ingeniería	Refuerzo
Supervisión cercana por un progenitor o cuidador además de los socorristas	Vallado de piscinas	Presencia de socorristas en piscinas públicas y playas que lo requieran
Enseñanza de natación y seguridad en el medio acuático		Entrenamiento de la población general en RCP básica
Reconocimiento de riesgos, enfocado principalmente al sector turístico en piscinas		Desarrollo de leyes sobre el vallado de piscinas privadas
Evitar comportamientos de riesgo		
Entrenar a la población general en rescates seguros y RCP		

Tabla 22. Resumen de estrategias de prevención (categorizadas según las recomendaciones de la OMS).



## **VI. CONCLUSIONES**



## 6. CONCLUSIONES

---

La necesidad de RCP avanzada en la escena del accidente, con administración de adrenalina intravenosa, en niños ahogados, predice un resultado neurológico deficiente (encefalopatía grave o muerte) con gran precisión.

La fiabilidad de otros factores pronósticos asociados con mal resultado neurológico (como la no presencia de testigos durante el ahogamiento, el pH inferior a 7,10 al ingreso, la puntuación en la ECG menor de 5 puntos sobre 15, o la exploración física con pupilas midriáticas y arreactivas) queda enmascarada por el tipo de reanimación requerida.

Se confirma que los pacientes más enfermos, que requirieron medidas de reanimación más intensivas, tuvieron menor temperatura, puntuación en la ECG y valores de bicarbonato y pH, así como mayores niveles de glucosa en sangre al ingreso. También tuvieron una mayor incidencia de convulsiones, SDRA, deterioro hemodinámico e insuficiencia renal durante su evolución.

En los pacientes con ahogamiento grave que precisaron intubación el germen con un aislamiento significativo más frecuente en el BAS fue *S.aureus* meticilin-sensible, sin observarse gérmenes multirresistentes. No se ha podido relacionar la infección respiratoria con el pronóstico neurológico. La cobertura antibiótica inicial con amoxicilina-clavulánico cubre la mayoría de los gérmenes encontrados en los cultivos precoces. La clínica sugestiva y el aumento evolutivo de proteína C reactiva o procalcitonina deben hacer sospechar una infección respiratoria asociada y valorar el inicio de antibioticoterapia empírica. Se necesitan estudios multicéntricos para determinar los gérmenes más frecuentes en pacientes ahogados, el tratamiento antibiótico más adecuado y cuándo debe iniciarse éste.

En nuestro medio, el ahogamiento grave en menores de 15 años que precisan ingreso en UCIP ocurre fundamentalmente en niños pequeños (de 1 a 5 años), que no saben nadar, que escapan de la supervisión familiar, en piscinas públicas, durante los meses de verano y principalmente afecta a la población turística.

No se ha observado una disminución absoluta significativa de los ahogamientos graves que precisaron ingreso en UCIP, aunque sí que pudo haber una disminución relativa a la población residente, turística y por número de piscinas. En todo caso las medidas de seguridad actuales son insuficientes para prevenir este tipo de accidentes.

Las medidas preventivas deben aplicarse de forma conjunta. La medida más útil para evitar ahogamientos graves en nuestro entorno continúa siendo la supervisión adecuada, continua y sin distracciones, por un adulto que sepa nadar y con capacidad y conocimientos para realizar un rescate y a una distancia que permita prestar ayuda de forma inmediata.

Las recientes iniciativas en nuestro medio para optimizar la enseñanza de forma generalizada de rescates seguros y maniobras de RCP básica a la población en edad escolar o a las personas de entornos de riesgo, todavía deben ser evaluadas.

Otra medida en la que se debe seguir insistiendo en nuestro medio es la generalización de los programas de aprendizaje de natación y competencias de seguridad en el agua, adaptados a la edad.

Es posible que la concienciación de la población con campañas de difusión mediante distintos canales, tanto a residentes como fundamentalmente a turistas, enfocada principalmente a los meses de verano y en los establecimientos con piscinas públicas, pudiera mejorar el nivel de alerta sobre el riesgo de ahogamiento en la población infantil.

Hay medidas que posiblemente también puedan optimizarse, como la instalación de vallas para controlar el acceso a piscinas (útil sobre todo para la población de residentes, que sufren ahogamientos con una edad mediana inferior e incluso fuera del periodo estival) y la información que se ofrece a las familias y niños por parte de los pediatras.



## VII. BIBLIOGRAFÍA



## 7. BIBLIOGRAFÍA

---

1. Vervaecke H. Drowning [Internet]. Bierens JJLM, editor. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. 7–14 p. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
2. Leavy JE, Crawford G, Franklin R, Denehy M, Jancey J. Drowning. *Int Encycl Public Heal*. 2016;361–5.
3. Llana S, Pérez P, Aparicio I. Historia de la natación I: desde la Prehistoria hasta la Edad Media. *Salvador Llana Belloch*. 2011;4(2):51–83. Available from: [http://cdeporte.rediris.es/revcaf/Numeros de revista/Vol 4 n2/Vol4\\_n2\\_Llana\\_perez\\_Aparicio.pdf](http://cdeporte.rediris.es/revcaf/Numeros de revista/Vol 4 n2/Vol4_n2_Llana_perez_Aparicio.pdf)
4. Llana S, Pérez P, Valle A. Historia de la natación II: desde el Renacimiento hasta la aparición y consolidación de los actuales estilos de competición. 2012;5(1):9–43.
5. Beeck E Van, Branche C. Definition of Drowning: A Progress Report. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning [Internet]*. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 85–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
6. van Beeck EF, Branche CM, Szpilman D, Modell JH, Bierens JJLM. A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem. *Bull World Health Organ [Internet]*. 2005;83(11):853–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16302042>  
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2626470>
7. Hon KLE, Leung TF, Chan SYJ, Cheung KL, Ng PC. Indoor versus outdoor childhood submersion injury in a densely populated city. *Acta Paediatr Int J Paediatr*. 2008;97(9):1261–4.
8. Idris AH, Berg RA, Bierens J, Bossaert L, Branche CM, Gabrielli A, et al. Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data from Drowning the “Utstein Style.” *Circulation*. 2003 Nov 18;108(20):2565–74.
9. Schmidt A, Hawkins S, Quan L. Drowning is never dry. *Expert Rev Respir Med [Internet]*. 2019;13(4):313–5. Available from: <https://doi.org/10.1080/17476348.2019.1589373>
10. Schmidt AC, Sempsrott JR, Szpilman D, Queiroga AC, Webber J. Cardiovascular complications and mortality determinants in near-drowning victims: A 5-year retrospective analysis. *J Crit Care [Internet]*. 2017;39:282. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrrc.2017.02.008>
11. Szpilman D, Sempsrott J, Webber J, Hawkins SC, Barcala-Furelos R, Schmidt A, et al. “Dry drowning” and other myths. *Cleve Clin J Med*. 2018;85(7):529–35.

12. Cohen N, Capua T, Lahat S, Glatstein M, Sadot E, Rimon A. Predictors for hospital admission of asymptomatic to moderately symptomatic children after drowning. *Eur J Pediatr*. 2019;1379–84.
13. Truhlář A, Deakin CD, Soar J, Khalifa GEA, Alfonzo A, Bierens JJLM, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation* [Internet]. 2015 Oct;95:148–201. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26477412>
14. Bierens JJLM, Lunetta P, Tipton M, Warner DS. Physiology of drowning: A review. *Physiology*. 2016;31(2):147–66.
15. Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. *Resuscitation*. 2017;118:147–58.
16. Fiser DH. Assessing the outcome of pediatric intensive care. *J Pediatr*. 1992;121(1):68–74.
17. Modell, J.H. Conn AW. Current Neurological Considerations in Near-Drowning. *Can Anaesth Soc J*. 1980;27(3):197–200.
18. World Health Organization. Global report on drowning: preventing a leading killer [Internet]. Who. 2021. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drowning>
19. Branche C, Beeck E Van. Summary and Recommendations. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 81–3. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
20. Hudson D, Ekman R, Svanström L. Survival of immersions during recreational boating events in Alaska, 1999-2004. *Accid Anal Prev*. 2007;39(3):437–43.
21. The Lancet. Drowning: a silent killer. *Lancet* [Internet]. 2017 May;389(10082):1859. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673617312692>
22. Zhu Y, Jiang X, Li H, Li F, Chen J. Mortality among drowning rescuers in China, 2013: A review of 225 rescue incidents from the press. *BMC Public Health* [Internet]. 2015;15(1):1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2010-0>
23. Schmidt AC, Sempstrott JR, Hawkins SC, Arastu AS, Cushing TA, Auerbach PS. Wilderness Medical Society Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Drowning. *Wilderness Environ Med* [Internet]. 2016;27(2):236–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wem.2015.12.019>

24. Rubio B, Yagüe F, Benítez MT, Esparza MJ, González JC, Sánchez F, et al. Recomendaciones sobre la prevención de ahogamientos. *An Pediatría* [Internet]. 2015 Jan;82(1):43.e1-43.e5. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403314003257>
25. Martyn M. The Global Burden of Drowning. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 91–4. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
26. Sminkey L. World report on child injury prevention. *Inj Prev* [Internet]. 2008 Feb 1;14(1):69. Available from: <http://injuryprevention.bmj.com/cgi/doi/10.1136/ip.2007.018143>
27. Kallas HJ. Ahogamiento y casi ahogamiento. In: Behrman, Kliegman, Jenson, editors. *Nelson Tratado de Pediatría*. 17th ed. Madrid: Elsevier; 2006. p. 321–30.
28. Peden AE, Mahony AJ, Barnsley PD, Scarr J. Understanding the full burden of drowning: A retrospective, cross-sectional analysis of fatal and non-fatal drowning in Australia. *BMJ Open*. 2018;8(11):1–10.
29. Panzino F, Quintillá JM, Luaces C, Pou J. Ahogamientos por inmersión no intencional. Análisis de las circunstancias y perfil epidemiológico de las víctimas atendidas en 21 servicios de urgencias españoles. *An Pediatría* [Internet]. 2013 Mar;78(3):178–84. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403312003232>
30. Blasco Alonso J, Moreno Pérez D, Milano Manso G, Calvo Macías C, Jurado Ortiz A. Ahogamientos y casi ahogamientos en niños. *An Pediatría* [Internet]. 2005 Jan;62(1):20–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403305700047>
31. Quan L. Review of Risk Factors. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 123–6. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
32. Quan L. Risk Factors for Drowning: Culture and Ethnicity. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 127–30. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
33. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre los Ahogamientos por sumersión. 2014;4.
34. Al-Fifi S, Shabana M, Zayed M, Al-Binali A, Al-Shehri M. Drowning in children: Aseer Central Hospital experience, Southwestern Saudi Arabia. *J Fam Community Med*. 2011;18(1):13.
35. Wu Y, Huang Y, Schwebel DC, Hu G. Unintentional child and adolescent drowning mortality from 2000 to 2013 in 21 countries: Analysis of the WHO mortality database. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(8).

36. Cañadas S, Galve S, Rossich R, Wörner N. Particularidades del niño. In: Sánchez P, Travería FJ, Domínguez P, Alonso G, Olivé M, Cañadas S, editors. *Manual de Movilización e Inmovilización en la Atención Inicial al Trauma Pediátrico*. 1st ed. Majadahonda (Madrid): Ergon; 2017. p. 9–17.
37. Wang H, Naghavi M, Allen C, Barber RM, Carter A, Casey DC, et al. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388(10053):1459–544.
38. Al-Qurashi FO, Yousef AA, Aljoudi A, Alzahrani SM, Al-Jawder NY, Al-Ahmar AK, et al. A Review of Nonfatal Drowning in the Pediatric-Age Group. *Pediatr Emerg Care*. 2017;Publish Ah(00):1–5.
39. Prevenir los ahogamientos: guía práctica [Internet]. 2017. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259488/9789243511931-spa.pdf;jsessionid=FD72C4672BE833701F9106148DB57BB2?sequence=1>
40. Leavy JE, Crawford G, Leaversuch F, Nimmo L, McCausland K, Jancey J. A Review of Drowning Prevention Interventions for Children and Young People in High, Low and Middle Income Countries. *J Community Health*. 2016;41(2):424–41.
41. Shields BJ, Pollack-Nelson C, Smith GA. Pediatric submersion events in portable above-ground pools in the United States, 2001–2009. *Pediatrics*. 2011;128(1):45–52.
42. Maurin C, Labourel H, Ladwig M, Menthonnex É. Noyades accidentelles en milieu non maritime. *Press Medicale*. 2006;35(6 I):936–40.
43. Bell N, Cai B. Reliability of the American Community Survey for unintentional drowning and submersion injury surveillance: a comprehensive assessment of 10 socioeconomic indicators derived from the 2006–2013 annual and multi-year data cycles. *Inj Epidemiol* [Internet]. 2015;2(1):1–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40621-015-0065-0>
44. Wilson J, Knape H, Bierens J, Rogmans W, Brenner R, Moran K, et al. The Prevention of Drowning Task Force on the Prevention of Drowning Section editors: Purposes and Scope of Prevention of Drowning 87.
45. Peden AE, Franklin RC, Leggat PA. Alcohol and its contributory role in fatal drowning in Australian rivers, 2002–2012. *Accid Anal Prev*. 2017;98:259–65.
46. Pajunen T, Vuori E, Lunetta P. Epidemiology of alcohol-related unintentional drowning: is post-mortem ethanol production a real challenge? *Inj Epidemiol*. 2018;5(1):0–4.
47. Suominen P, Baillie C, Korpela R, Rautanen S, Ranta S, Olkkola KT. Impact of age, submersion time and water temperature on outcome in near-drowning. *Resuscitation* [Internet]. 2002 Mar;52(3):247–54. Available from:

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11886729>
48. Pajunen T, Vuori E, Vincenzi FF, Lillsunde P, Smith G, Lunetta P. Unintentional drowning: Role of medicinal drugs and alcohol. *BMC Public Health*. 2017;17(1):1–10.
  49. Semple-Hess J, Campwala R. Pediatric submersion injuries: emergency care and resuscitation. *Pediatr Emerg Med Pract* [Internet]. 2014;11(6):1–22. Available from:  
<http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L373895417%0Ahttp://wt3cf4et2l.search.serialssolutions.com?sid=EMBASE&issn=15499650&id=doi:&atitle=Pediatric+submersion+injuries%3A+emergency+care+and+resuscitation.&stitle=Pediatr+E>
  50. Denny SA, Quan L, Gilchrist J, McCallin T, Shenoi R, Yusuf S, et al. Prevention of drowning. *Pediatrics*. 2019;143(5).
  51. Elliott D, van Hulst RA. Breath-Hold, SCUBA and Hose Diving. In: *Handbook on Drowning*. Springer Berlin Heidelberg; 2006. p. 589–615.
  52. Bove A, Rienks R. Long QT Syndrome and Drowning. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning*. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 565–70.
  53. Guan J, Li G. Characteristics of unintentional drowning deaths in children with autism spectrum disorder. *Inj Epidemiol*. 2017;4(1).
  54. Jonkman S. Loss of Life Due to Floods: General Overview. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning*. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 957–65.
  55. Lee LK, Mao C, Thompson KM. Demographic factors and their association with outcomes in pediatric submersion injury. *Acad Emerg Med*. 2006;13(3):308–13.
  56. Saluja G, Brenner RA, Trumble AC, Smith GS, Schroeder T, Cox C. Swimming pool drownings among US residents aged 5-24 years: Understanding racial/ethnic disparities. *Am J Public Health*. 2006;
  57. Quan L, Crispin B, Bennett E, Gomez A. Beliefs and practices to prevent drowning among Vietnamese-American adolescents and parents. *Inj Prev*. 2006;12(6):427–9.
  58. Wallis BA, Watt K, Franklin RC, Kimble RM. Drowning in Aboriginal and Torres Strait Islander children and adolescents in Queensland (Australia). *BMC Public Health* [Internet]. 2015;15(1):1–11. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2137-z>
  59. Joanknecht L, Argent AC, van Dijk M, van As AB. Childhood drowning in South Africa: local data should inform prevention strategies. *Pediatr Surg Int*. 2015;31(2):123–30.

60. Koon W, Clemens T, Bierens J, Quan L. Studying outcome predictors of drowning at the scene: Why do we have so few answers? *Am J Emerg Med* [Internet]. 2021;46(xxx):361–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.10.011>
61. Bierens J, Abelairas-Gomez C, Barcala Furelos R, Beerman S, Claesson A, Dunne C, et al. Resuscitation and emergency care in drowning: A scoping review. *Resuscitation* [Internet]. 2021;162:205–17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.01.033>
62. Liu Z, Kong F, Yin L, Wang A, Xiong L, Xie D, et al. Epidemiological characteristics and influencing factors of fatal drowning in children under 5 years old in Hunan Province, China: case-control study. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1–8.
63. Linnan M, Scarr J, Linnan H. Drowning Prevention in Low and Midle-Income Countries Versus High-Income Countries. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
64. Moutafi A, Petridou E. The Burden of Drowning: Issues in Selected Countries - Europe. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 101–5. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
65. Al-Mofadda SM, Nassar A, Al-Turki A, Al-Sallounm AA. Pediatric near drowning: The experience of King Khalid University Hospital. *Ann Saudi Med*. 2001;21(5–6):300–3.
66. Navarra A, Connolly J. Recreation and Tourism. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 231–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
67. Nitta M, Kitamura T, Iwami T, Nadkarni VM, Berg RA, Topjian AA, et al. Out-of-hospital cardiac arrest due to drowning among children and adults from the Utstein Osaka Project. *Resuscitation*. 2013;84(11):1568–73.
68. Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Hayashida K, Kukita I. Association of bystander cardiopulmonary resuscitation and neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest due to drowning in Japan, 2013–2016. *Resuscitation* [Internet]. 2019;141:111–20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.06.005>
69. Cilveti R, Osona B, Peña JA, Moreno L, Asensio O. Buceo en la edad pediátrica: fisiología, riesgos y recomendaciones. *An Pediatría* [Internet]. 2015 Dec;83(6):410–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26022420>
70. Szpilman D, Orłowski JP. Sports related to drowning. *Eur Respir Rev*. 2016 Sep 1;25(141):348–59.



71. Parenteau M, Stockinger Z, Hughes S, Hickey B, Mucciarone J, Manganello C, et al. Drowning management. *Mil Med.* 2018;183:172–9.
72. Claesson A, Lindqvist J, Ortenwall P, Herlitz J. Characteristics of lifesaving from drowning as reported by the Swedish Fire and Rescue Services 1996–2010. *Resuscitation* [Internet]. 2012 Sep;83(9):1072–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957212003036>
73. Lunetta P, Connolly J. Risk Factors for Drowning: Suicidal Drowning. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 131–4. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
74. Sheno RP, Koerner CE, Cruz AT, Frost MH, Jones JL, Camp EA, et al. Factors Associated with Poor Outcome in Childhood Swimming Pool Submersions. *Pediatr Emerg Care.* 2016;32(10):669–74.
75. Woo SH, Park JH, Choi SP, Wee JH. Comparison of clinical characteristics of intentional vs accidental drowning patients. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2015;33(8):1062–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2015.04.051>
76. Hurmuzlu C, Maymann A, Elie J, Fossi F. Boat Refugees. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning.* 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 949–55.
77. Quan L, Bierens JJLM, Lis R, Rowhani-Rahbar A, Morley P, Perkins GD. Predicting outcome of drowning at the scene: A systematic review and meta-analyses. *Resuscitation.* 2016;104:63–75.
78. Szpilman D, Webber JB, Quan L. Creating a Drowning Chain of Survival. *Resuscitation.* 2014;85(9):1149–52.
79. Barcala-Furelos R, Szpilman D, Palacios-Aguilar J, Costas-Veiga J, Abelairas-Gomez C, Bores-Cerezal A, et al. Assessing the efficacy of rescue equipment in lifeguard resuscitation efforts for drowning. *Am J Emerg Med.* 2016;34(3):480–5.
80. Perkins GD, Graesner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation.* 2021;161:1–60.
81. Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, Donnino M, Sinz E, Lavonas EJ, et al. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010. *Circulation* [Internet]. 2010 Nov 2;122(18 Suppl 3):S829–61. Available from: <http://circ.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.971069>

82. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, De Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Pediatric Life Support. *Resuscitation*. 2021;161:327–87.
83. Wyckoff MH, Singletary EM, Soar J, Olasveengen TM, Greif R, Liley HG, et al. 2021 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations: Summary From the Basic Life Support; Advanced Life Support; Neonatal Life Support; Education, Implementation, and Teams. *Circulation*. 2022;145(9):E645–721.
84. Grmec Š, Strnad M, Podgoršek D. Comparison of the characteristics and outcome among patients suffering from out-of-hospital primary cardiac arrest and drowning victims in cardiac arrest. *Int J Emerg Med*. 2009;2(1):7–12.
85. López-Herce J, Rodríguez A, Carrillo A, de Lucas N, Calvo C, Civantos E, et al. Novedades en las recomendaciones de reanimación cardiopulmonar pediátrica. *An Pediatr*. 2017;86(4):229.e1-229.e9.
86. Farr KM, Camp EA, Yusuf S, Sheno RP. Vomiting is not associated with poor outcomes in pediatric victims of unintentional submersions. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2015;33(5):626–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajem.2015.01.055>
87. Hwang V, Shofer FS, Durbin DR, Baren JM. Prevalence of traumatic injuries in drowning and near drowning in children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003;157(1):50–3.
88. Grassner JT, Herlitz J, Tjelmeland I, Wnent J, Masterson S, Lilja G, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. 2021. 161:61–79. *Resuscitation*.
89. Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, Bierens JJ, Van Rheeën PF, Kneyber MC, et al. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study. *BMJ*. 2015;350.
90. Romlin BS, Winberg H, Janson M, Nilsson B, Björk K, Jeppsson A, et al. Excellent outcome with extracorporeal membrane oxygenation after accidental profound hypothermia (13.8°C) and drowning. *Crit Care Med*. 2015;43(11):e521–5.
91. Forler J, Carsin A, Arlaud K, Bosdure E, Viard L, Paut O, et al. Complications respiratoires des noyades accidentelles chez l'enfant. *Arch Pediatr*. 2010;17(1):14–8.
92. Susiva C, Boonrong T. Near-drowning in Pediatric Respiratory Intensive Care Unit, Siriraj Hospital. *J Med Assoc Thai*. 2005;88(SUPPL. 8):44–7.

93. Ender PT, Dolan MJ. Pneumonia Associated with Near-Drowning. *Clin Infect Dis*. 1997;25(4):896–907.
94. Tadié JM, Heming N, Serve E, Weiss N, Day N, Imbert A, et al. Drowning associated pneumonia: A descriptive cohort. *Resuscitation* [Internet]. 2012;83(3):399–401. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.08.023>
95. Robert A, Danin PÉ, Quintard H, Degand N, Martis N, Doyen D, et al. Seawater drowning-associated pneumonia: a 10-year descriptive cohort in intensive care unit. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):1–7.
96. Assink-De Jong E, Douma M, Beishuizen A, Hoogewerf M, Debets-Ossenkopp YJ, De Waard MC, et al. Microbiological findings and adequacy of antibiotic treatment in the critically ill patient with drowning-associated pneumonia. Vol. 40, *Intensive Care Medicine*. 2014. p. 290–1.
97. Güzel A, Duran L, Paksu Ş, Akdemir HU, Paksu MŞ, Kati C, et al. Drowning and near-drowning: Experience of a university hospital in the Black Sea region. *Turk J Pediatr*. 2013;55(6):620–7.
98. Richards DB. Drowning. *African J Emerg Med* [Internet]. 2011 Mar;1(1):33–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211419X1100005X>
99. Quan L, Mack CD, Schiff MA. Association of water temperature and submersion duration and drowning outcome. *Resuscitation* [Internet]. 2014 Jun;85(6):790–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957214001142>
100. Coskun KO, Popov AF, Schmitto JD, Hinz J, Kriebel T, Schoendube FA, et al. Extracorporeal circulation for rewarming in drowning and near-drowning pediatric patients. *Artif Organs*. 2010;34(11):1026–30.
101. Gunnarsson B, Heard CMB. Accidental Hypothermia. In: Fuhrman B, Zimmerman J, editors. *Pediatric Critical Care* [Internet]. 4th ed. Elsevier; 2011. p. 1477–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323073073101090>
102. Wintemute GJ. Childhood Drowning and Near-Drowning in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* [Internet]. 1990 Jun 1;144(6):663. Available from: <http://archpedi.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/archpedi.1990.02150300061018>
103. Braun R, Krishel S. Environmental Emergencies. *Emerg Med Clin North Am* [Internet]. 1997 May;15(2):451–76. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733862705703102>
104. Niu YW, Cherng WS, Lin MT, Tsao LY. An analysis of prognostic factors for

- submersion accidents in children. *Zhonghua Min Guo Xiao Er Ke Yi Xue Hui Za Zhi*. 1992;33(2):81–8.
105. Orlowski JP. Prognostic factors in pediatric cases of drowning and near-drowning. *J Am Coll Emerg Physicians* [Internet]. 1979 May;8(5):176–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0361112479801215>
  106. Vahatalo R, Lunetta P, Olkkola KT, Suominen PK. Drowning in children: Utstein style reporting and outcome. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2014 May;58(5):604–10. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/aas.12298>
  107. Kyriacou DN, Arcinue EL, Peek C, Kraus JF. Effect of immediate resuscitation on children with submersion injury. *Pediatrics*. 1994;94:137–42.
  108. Anderson KC, Roy TM, Danzl DF. Submersion incidents: a review of 39 cases and development of the submersion outcome score. *J Wilderness Med* [Internet]. 1991 Feb;2(1):27–36. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095398599171276X>
  109. Mizuta R, Fujita H, Osamura T, Kidowaki T, Kiyosawa N. Childhood drownings and near-drownings in Japan. *Pediatr Int* [Internet]. 1993 Jun;35(3):186–92. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1442-200X.1993.tb03036.x>
  110. Mosayebi Z, Movahedian AH, Mousavi GA. Drowning in Children in Iran: Outcomes and Prognostic Factors. *Med J Malaysia*. 2011;66(3):187–90.
  111. Reynolds JC, Michiels EA, Nasiri M, Reeves MJ, Quan L. Observed long-term mortality after 18,000 person-years among survivors in a large regional drowning registry. *Resuscitation* [Internet]. 2017;110:18–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.10.005>
  112. Dyson K, Morgans A, Bray J, Matthews B, Smith K. Drowning related out-of-hospital cardiac arrests: Characteristics and outcomes. *Resuscitation* [Internet]. 2013 Aug;84(8):1114–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957213000518>
  113. Quan L, Wentz KR, Gore EJ, Copass MK. Outcome and predictors of outcome in pediatric submersion victims receiving prehospital care in King County, Washington. *Pediatrics*. 1990;86(4):586–93.
  114. Bierens JJLM, van der Velde EA, van Berkel M, van Zanten JJ. Submersion in The Netherlands: Prognostic indicators and results of resuscitation. *Ann Emerg Med* [Internet]. 1990 Dec;19(12):1390–5. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196064405826046>
  115. Forler J, Carsin A, Arlaud K, Bosdure E, Viard L, Paut O, et al. Complications respiratoires des noyades accidentelles chez l'enfant. *Arch Pédiatrie* [Internet]. 2010 Jan;17(1):14–8. Available from:

- <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0929693X09003893>
116. Graf WD, Cummings P, Quan L, Brutocao D. Predicting Outcome in Pediatric Submersion Victims. *Ann Emerg Med* [Internet]. 1995 Sep;26(3):312–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S019606449570079X>
  117. Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, Bierens JJ, Van Rheeën PF, Kneyber MC, et al. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study. *BMJ*. 2015 Feb 10;350.
  118. Quan L. Personal Flotation Devices. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 225–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
  119. Veenhuizen L, Haasnoot K, van Vught AJ, Bierens JJ, Thunnissen BT, Gemke RJ. Submersion in children; the role of hypothermia and development of adult respiratory distress syndrome. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 1994;138(18):906–10.
  120. Kruus S, Bergstrom L, Suutarinen T, Hyvonen R. The Prognosis of Near-Drowned Children. *Acta Paediatr* [Internet]. 1979 Jul;68(4):315–22. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1651-2227.1979.tb05013.x>
  121. Kaukinen L. Clinical course and prognostic signs in near-drowned patients. *Ann Chir Gynaecol*. 1984;73(1):34–9.
  122. Torres SF, Rodríguez M, Iolster T, Serrate AS, Iturrieta CC, Valle EM Del, et al. Near drowning in a pediatric population: Epidemiology and prognosis. *Arch Argent Pediatr*. 2009;107:234–40.
  123. Gilbert M, Busund R, Skagseth A, Nilsen PÅ, Solbø JP. Resuscitation from accidental hypothermia of 13–7°C with circulatory arrest. *Lancet*. 2000;355(9201):375–6.
  124. Biggart MJ, Boh DJ. Effect of hypothermia and cardiac arrest on outcome of near-drowning accidents in children. *J Pediatr* [Internet]. 1990 Aug;117(2):179–83. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022347605805268>
  125. Dragann BN, Melnychuk EM, Wilson CJ, Lambert RL, Maffei FA. Resuscitation of a pediatric drowning in hypothermic cardiac arrest. *Air Med J* [Internet]. 2016;35(2):86–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amj.2015.12.006>
  126. Lavelle JM, Shaw KN. Near drowning: is emergency department cardiopulmonary resuscitation or intensive care unit cerebral resuscitation indicated? *Crit Care Med* [Internet]. 1993 Mar;21(3):368–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8440106>

127. Mtaweh H, Kochanek PM, Carcillo JA, Bell MJ, Fink EL. Patterns of multiorgan dysfunction after pediatric drowning. *Resuscitation* [Internet]. 2015 May;90:91–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2015.02.005>
128. Dean JM, Kaufman ND, Smith RM. Prognostic Indicators in Pediatric Near-Drowning: The Glasgow Coma Scale. *Surv Anesthesiol* [Internet]. 1982 Jun;26(3):170–1. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00132586-198206000-00043>
129. M. HD, Teckelemburg FW, Webb SA, Anas NG, Perkin RM. Prediction of childhood drowning and near-drowning morbidity and mortality. *Pediatr Emerg Care* [Internet]. 1996 Aug;12(4):255–8. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006565-199608000-00005>
130. Tipton MJ, Golden FSC. A proposed decision-making guide for the search, rescue and resuscitation of submersion (head under) victims based on expert opinion. *Resuscitation* [Internet]. 2011 Jul;82(7):819–24. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957211001328>
131. Son KL, Hwang SK, Choi HJ. Clinical features and prognostic factors in drowning children: A regional experience. *Korean J Pediatr*. 2016;59(5):212–7.
132. Szpilman D. Near-drowning and drowning classification: A proposal to stratify mortality based on the analysis of 1,831 cases. *Chest* [Internet]. 1997;112(3):660–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.112.3.660>
133. Tobin JM, Ramos WD, Pu Y, Wernicki PG, Quan L, Rossano JW. Bystander CPR is associated with improved neurologically favourable survival in cardiac arrest following drowning. *Resuscitation* [Internet]. 2017 Jun;115:39–43. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957217301557>
134. Claesson A, Lindqvist J, Herlitz J. Cardiac arrest due to drowning—Changes over time and factors of importance for survival. *Resuscitation* [Internet]. 2014;85(5):644–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resuscitation.2014.02.006>
135. Samprathi M, Agarwal A, Jayashree M, Bansal A, Baranwal A, Nallasamy K, et al. Better groundwork can avoid troubled waters: A developing country perspective on drowning. *J Trop Pediatr*. 2021;66(4):458–60.
136. Aures RK, Rosenthal J, Chandler A, Raybould T, Flaherty MR. Outcomes of Pediatric Drowning in the Pediatric Intensive Care Unit. 2022;
137. Reynolds JC, Hartley T, Michiels EA, Quan L. Long-Term Survival After Drowning-Related Cardiac Arrest. *J Emerg Med*. 2019;57(2):129–39.
138. Jeong J, Hong KJ, Shin S Do, Ro YS, Song KJ, Lee EJ, et al. Relationship between drowning location and outcome after drowning-associated out-of-hospital cardiac arrest: nationwide study. *Am J Emerg Med*. 2016;34(9).

139. Cerland L, Mégarbane B, Kallel H, Brouste Y, Mehdaoui H, Resiere D. Incidence and consequences of near-drowning-related pneumonia—a descriptive series from Martinique, French West Indies. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(11).
140. Velde EA Van De. Pulmonary oedema , pneumonia and mortality in submersion victims ; a retrospective study in 125 patients. 1996;101–7.
141. Schumacher C, Mössinger E, Min W, Hildebrand F, Frink M. Drowning Injuries: Analysis of a Decennial Air Medical Rescue Center Experience. *Air Med J*. 2016;35(3):166–70.
142. Laín A, Cañadas S, Huguet L, Domínguez P. Enfermedad Traumática en el Niño. In: Sánchez P, Travería FJ, Domínguez P, Alonso G, Olivé M, Cañadas S, editors. *Manual de Movilización e Inmovilización en la Atención Inicial al Trauma Pediátrico*. 1st ed. Majadahonda (Madrid): Ergon; 2017. p. 1–8.
143. American College of Surgeons. *Manual ATLS (Apoyo Vital Avanzado en Trauma)* 2018. 10th ed. Claire, Merrick; Peterson N, editor. Chicago; 2018. 474 p.
144. Schoevers RA, Duursma E. The framework for prevention. In: *Prevention of Late-Life Depression: Current Clinical Challenges and Priorities*. Springer International Publishing; 2015. p. 5–18.
145. Leavy JE, Crawford G, Portsmouth L, Jancey J, Leaversuch F, Nimmo L, et al. Recreational drowning prevention interventions for adults, 1990–2012: A review. *J Community Health*. 2015;40(4):725–35.
146. Wallis BA, Watt K, Franklin RC, Taylor M, Nixon JW, Kimble RM. Interventions associated with drowning prevention in children and adolescents: Systematic literature review. *Inj Prev*. 2015;21(3):195–204.
147. Bennett E, Linnan M. Physical Barriers. In: *Drowning* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 181–5. Available from: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9\\_28](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9_28)
148. Quan L, Gomez A. Swimming Pool Safety: An effective submersion prevention program. *J Environ Health*. 1990;52(6):344–6.
149. Morgenstern H, Bingham T, Reza A. Effects of pool-fencing ordinances and other factors on childhood drowning in Los Angeles County, 1990-1995. *Am J Public Health* [Internet]. 2000 Apr;90(4):595–601. Available from: <http://ajph.aphapublications.org/doi/10.2105/AJPH.90.4.595>
150. Milliner N, Pearn J, Guard R. Will fenced pool save lives? A 10-year study from Mulgrave Shire, Queensland. *Med J Aust*. 1980;2(9):510–1.
151. Pearn JH, Nixon JW, Franklin RC, Wallis B. Safety legislation, public health policy and drowning prevention. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2008;15(2):122–3.

152. Cordovil R, Barreiros J, Vieira F, Neto C. The efficacy of safety barriers for children: Absolute efficacy, time to cross and action modes in children between 19 and 75 months. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2009;16(3):143–51.
153. Weiss J, American Academy of Pediatrics Committee on Injury, Violence and PP. Prevention of drowning. *Pediatrics* [Internet]. 2010 Jul 1;126(1):e253-62. Available from: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2010-1265>
154. Vincenten J, Gerdmongkolgan S. The Role of Policy in Prevention. In: *Drowning*. Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 261–8.
155. van Weerdenburg K, Mitchell R, Wallner F. Backyard swimming pool safety inspections: a comparison of management approaches and compliance levels in three local government areas in NSW. *Heal Promot J Aust* [Internet]. 2006;17(1):37–42. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1071/HE06037>
156. Callaghan JA, Hyder AA, Khan R, Blum LS, Arifeen S, Baqui AH. Child supervision practices for drowning prevention in rural Bangladesh: A pilot study of supervision tools. *J Epidemiol Community Health*. 2010;64(7):645–7.
157. Rahman F, Bose S, Linnan M, Rahman A, Mashreky S, Haaland B, et al. Cost-Effectiveness of an Injury and Drowning Prevention Program in Bangladesh. *Pediatrics* [Internet]. 2012;130(6):e1621–8. Available from: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2012-0757>
158. Stallman R, Moran K, Brenner R, Rahman A. Swimming and Water Survival Competence. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning*. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 197–206.
159. Beattie N, Shaw P, Larson A. Water safety in the bush: strategies for addressing training needs in remote areas. *Rural Remote Health*. 2008;8(2):855.
160. Quan L, Ramos W, Harvey C, Kublick L, Langendorfer S, Lees TA, et al. Toward Defining Water Competency: An American Red Cross Definition. *Int J Aquat Res Educ* [Internet]. 2015 Feb 1;9(1):12–23. Available from: <http://scholarworks.bgsu.edu/ijare/vol9/iss1/3/>
161. Asher KN, Rivara FP, Felix D, Vance L, Dunne R. Water safety training as a potential means of reducing risk of young children's drowning. *Inj Prev*. 1995;1(4):228–33.
162. Langendorfer SJ. Revised scientific review: Minimum age for swim lessons. *Int J Aquat Res Educ* [Internet]. 2019 Jan;10(4). Available from: <https://scholarworks.bgsu.edu/ijare/vol10/iss4/2/>
163. Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Barnard P, Moomaw WR. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *Bioscience* [Internet]. 2019 Nov 5;2000(X):1–20. Available from: <https://academic.oup.com/bioscience/advance->



- article/doi/10.1093/biosci/biz088/5610806
164. Quan L. Personal Flotation Devices. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning*. 2nd ed. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 225–9.
  165. Blitvich J. Acquisition of Knowledge, Attitudes and Behaviours that Contribute to Water Competence: High-Income Countries. In: *Drowning*. Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 207–13.
  166. Tyebally A, Ang SY. Kids can't float: Epidemiology of paediatric drowning and near-drowning in Singapore. *Singapore Med J*. 2010;51(5):429–33.
  167. Gámez de la Hoz JJ, Padilla Fortes A. Drownings associated with swimming pools concerned in judicial cases from Spain, 2000-2015. *Rev Andaluza Med del Deport* [Internet]. 2017;10(3):106–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2016.07.005>
  168. LIB 1995 \ 148 Legislación ( Norma vigente ) Decreto 53 / 1995 , de 18 mayo [Internet]. 2006 p. 1–12. Available from: [https://www.caib.es/sites/salutambiental/ca/descripcio\\_i\\_normativa-26185/archivopub.do?ctrl=MCRST1505ZI85967&id=85967](https://www.caib.es/sites/salutambiental/ca/descripcio_i_normativa-26185/archivopub.do?ctrl=MCRST1505ZI85967&id=85967)
  169. Interior CD. Medidas minimas de seguridad y proteccion que han de cumplir las playas y zonas de baño de la Comunidad Autonoma de las Illes Balears. 2005.
  170. Interior CD. Decreto 2 / 2005 , de 14 de enero , regulador de las medidas minimas de seguridad y proteccion que tienen que cumplir las playas y zonas de baño de la comunidad autonoma de las Illes Balears Preambulo. 2015;
  171. Denehy M, Leavy JE, Jancey J, Nimmo L, Crawford G. This Much Water: A qualitative study using behavioural theory to develop a community service video to prevent child drowning in Western Australia. *BMJ Open*. 2017;7(7):1–7.
  172. Hossain M, Mani KKC, Sidik SM, KS H, Fazlur Rahman A. Randomized controlled trial on drowning prevention for parents with children aged below five years in Bangladesh: a study protocol. *BMC Public Health* [Internet]. 2015 Dec 11;15(1):484. Available from: <http://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-015-1823-1>
  173. Solomon R, Giganti MJ, Weiner A, Akpınar-Elci M. Water safety education among primary school children in Grenada. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2013;20(3):266–70.
  174. Gresham LS, Zirkle DL, Tolchin S, Jones C, Maroufi A, Miranda J. Partnering for injury prevention: Evaluation of a curriculum-based intervention program among elementary school children. *J Pediatr Nurs*. 2001;16(2):79–87.
  175. Posner JC, Hawkins LA, Garcia-Espana F, Durbin DR. A randomized, clinical trial

- of a home safety intervention based in an emergency department setting. *Pediatrics*. 2004;113(6 I):1603–8.
176. Terzidis A, Koutroumpa A, Skalkidis I, Matzavakis I, Malliori M, Frangakis CE, et al. Water safety: Age-specific changes in knowledge and attitudes following a school-based intervention. *Inj Prev*. 2007;13(2):120–4.
177. Bennett E, Cummings P, Quan L, Lewis FM. Evaluation of a drowning prevention campaign in King County, Washington. *Inj Prev*. 1999;5(2):109–13.
178. Seguin C, Blaquièrre G, Loundou A, Michelet P, Markarian T. Unmanned aerial vehicles (drones) to prevent drowning. *Resuscitation* [Internet]. 2018 Jun;127:63–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957218301667>
179. P. Gobierno. Orden de 31 de mayo de 1960 sobre piscinas públicas [Internet]. 1961 p. 11478. Available from: <https://www.boe.es/boe/dias/1961/08/02/pdfs/A11478-11478.pdf>
180. Gobierno PDEL. BOE [Internet]. p. 8–11. Available from: <https://www.boe.es/boe/dias/1960/06/13/pdfs/A08045-08048.pdf>
181. Sanidad G De. Proyecto de Real Decreto , por el que se establecen los criterios técnico sanitarios de las piscinas . [Internet]. 2012. Available from: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-10580-consolidado.pdf>
182. Viajeros entrados por año e isla. Instituto de Estadística de las Islas Baleares (IBESTAT). [Internet]. [cited 2018 Dec 18]. Available from: [https://www.caib.es/ibestat/estadistiques/614884d6-737a-401d-a8c3-a35519b8fec9/032d8a83-de9f-4344-8137-9fa84a5e3ff4/es/l208013\\_i030.px](https://www.caib.es/ibestat/estadistiques/614884d6-737a-401d-a8c3-a35519b8fec9/032d8a83-de9f-4344-8137-9fa84a5e3ff4/es/l208013_i030.px)
183. Idris AH, Berg RA, Bierens J, Bossaert L, Branche CM, Gabrielli A, et al. Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data From Drowning. *Circulation* [Internet]. 2003 Nov 18;108(20):2565–74. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.0000099581.70012.68>
184. Bowman SM, Aitken ME, Robbins JM, Baker SP. Trends in US pediatric drowning hospitalizations, 1993-2008. *Pediatrics*. 2012;129(2):275–81.
185. Hof A, Morán-Tejeda E, Lorenzo-Lacruz J, Blázquez-Salom M. Swimming pool evaporative water loss and water use in the Balearic Islands (Spain). *Water* (Switzerland). 2018;10(12).
186. Linnan M, Bennett E. Future Research Questions. In: Bierens JJLM, editor. *Drowning* [Internet]. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 269–71. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-04253-9>
187. Peden AE, Franklin RC, Leggat PA. International travelers and unintentional fatal

- drowning in Australia--a 10 year review 2002-12. *J Travel Med*. 2016;23(2):tav031.
188. Cohen RH, Matter KC, Sinclair SA, Smith GA, Xiang H. Unintentional pediatric submersion-injury-related hospitalizations in the United States, 2003. *Inj Prev*. 2008;14(2):131–5.
189. Szpilman D, de Barros Oliveira R, Mocellin O, Webber J. Is drowning a mere matter of resuscitation? *Resuscitation*. 2018;129:103–6.
190. Youn CS, Choi SP, Yim HW, Park KN. Out-of-hospital cardiac arrest due to drowning: An Utstein Style report of 10 years of experience from St. Mary's Hospital. *Resuscitation*. 2009;80(7):778–83.
191. Cañadas S, Domínguez P, Renter L, Lobo JM. Metodica de asistencia inicial al trauma pediátrico (AITP). In: Sánchez P, Travería FJ, Domínguez P, Alonso G, Olivé M, Cañadas S, editors. *Manual de Movilización e Inmovilización en la Atención Inicial al Trauma Pediátrico*. 1st ed. Majadahonda (Madrid): Ergon; 2017. p. 28–43.
192. Burford AE, Ryan LM, Stone BJ, Hirshon JM, Klein BL. Drowning and Near-Drowning in Children and Adolescents. *Pediatr Emerg Care* [Internet]. 2005 Sep;21(9):610–6. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006565-200509000-00013>
193. Moler FW, Hutchison JS, Nadkarni VM, Silverstein FS, Meert KL, Holubkov R, et al. Targeted Temperature Management After Pediatric Cardiac Arrest Due To Drowning. *Pediatr Crit Care Med* [Internet]. 2016 Aug;17(8):712–20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5123789/pdf/nihms830713.pdf>
194. Lascarrou J-B, Merdji H, Le Gouge A, Colin G, Grillet G, Girardie P, et al. Targeted Temperature Management for Cardiac Arrest with Nonshockable Rhythm. *N Engl J Med* [Internet]. 2019;1–11. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31577396>
195. Aronovich D, Ritchie K, Mesuk J. Asystolic Cardiac Arrest from Near Drowning Managed with Therapeutic Hypothermia. *West J Emerg Med* [Internet]. 2014 Jul 7;15(4):369–71. Available from: <http://escholarship.org/uc/item/5bg3r8f4>
196. Kamaleswaran R, Akbilgic O, Hallman MA, West AN, Davis RL, Shah SH. Applying Artificial Intelligence to Identify Physiomarkers Predicting Severe Sepsis in the PICU. *Pediatr Crit Care Med*. 2018;19(10):e495–503.
197. Trujillo Rivera EA, Chamberlain JM, Patel AK, Morizono H, Heneghan JA, Pollack MM. Dynamic Mortality Risk Predictions for Children in ICUs. *Pediatr Crit Care Med*. 2022;Publish Ah(5):344–52.

198. Szpilman D, Tipton M, Sempsrott J, Webber J, Bierens J, Dawes P, et al. Drowning timeline: a new systematic model of the drowning process. Vol. 34, *American Journal of Emergency Medicine*. 2016. p. 2224–6.
199. Brenner RA, Taneja GS, Haynie DL, Trumble AC, Qian C, Klinger RM, et al. Association between swimming lessons and drowning in childhood: A case-control study. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163(3):203–10.
200. Mecrow TS, Rahman A, Linnan M, Scarr J, Mashreky SR, Talab A, et al. Children reporting rescuing other children drowning in rural Bangladesh: A descriptive study. *Inj Prev*. 2015;21(E1):e51–5.
201. Caprotta G. Ahogamiento. In: Casado-Flores J, Serrano A, editors. *Urgencias y Tratamiento del Niño Grave*. 3rd ed. Majadahonda (Madrid); 2015. p. 912–5.
202. Böttiger BW, Van Aken H. Kids save lives –. *Resuscitation* [Internet]. 2015 Sep 1;94:A5–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300957215003159>
203. Abelairas-Gómez C, López-García S, Martínez-Isasi S, Carballo-Fazanes A, Rodríguez-Núñez A. Basic life support knowledge of the future of the Infant and Primary School teacher. An unresolved problem in university study plans? *An Pediatr*. 2019;91(5):344–5.
204. Miró Ò, Díaz N, Sánchez M. Aprender reanimación cardiopulmonar desde la escuela [Internet]. Vol. 24, *Emergencias*. 2012. p. 423–5. Available from: <https://www.munimadrid.es/portal/site/muni->
205. Plant N, Taylor K. How best to teach CPR to schoolchildren: A systematic review. *Resuscitation*. 2013;84(4):415–21.
206. Greif R, Lockey A, Breckwoldt J, Carmona F, Conaghan P, Kuzovlev A, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Education for resuscitation. *Resuscitation* [Internet]. 2021;161:388–407. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.016>
207. Peden M, Oyegbite K. World report on child injury prevention World report on child injury prevention.

## VIII. ANEXOS



## ANEXO 1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imágenes de *Colymbetes, sive de arte natandi*.

Figura 2. De Humani Corporis Fabrica y Andrea Vesalio.

Figura 3. Logotipo de la International Life Saving Federation (ILSF).

Figura 4. Medalla con la que la “Maatschappij tot Redding van Drenkelingen” de Ámsterdam recompensaba desde 1767 a los rescatadores de un ahogamiento.

Figura 5. Libro de recomendaciones del World Congress on Drowning llevado a cabo en Ámsterdam en 2002.

Figura 6. Ejemplo de algoritmo para describir la evolución de un paciente tras un ahogamiento.

Figura 7. Comparación de ahogamientos en región de Sudeste Asiático frente a región de Asia-Pacífico.

Figura 8. Cadena de supervivencia en los ahogamientos.

Figura 9. Algoritmo de tratamiento para rescatadores de víctimas de ahogamiento.

Figura 10. Concepto moderno de prevención de lesiones basado en múltiples factores.

Figura 11. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento.

Figura 12. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento con línea de tendencia.

Figura 13. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según su origen.

Figura 14. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según su origen.

Figura 15. Distribución de número de ingresos anuales en UCIP tras ahogamiento según sexo.

Figura 16. Ingresos en UCIP tras ahogamiento según edad.

Figura 17. Distribución por sexo y edad de los ingresos en UCIP tras ahogamiento.

Figura 18. Distribución por edades y origen de los ingresos en UCIP tras ahogamiento.

Figura 19. Número de ingresos en UCIP tras ahogamiento distribuidos por mes.

Figura 20. Distribución por meses de ingresos en UCIP tras ahogamiento según el origen de los pacientes.

Figura 21. Ingresos anuales en UCIP y evolución tras ahogamiento.

Figura 22. Resultado neurológico de los pacientes ingresados por ahogamiento en el momento del alta de UCIP.

Figura 23. Comparación del resultado neurológico de los pacientes ingresados por ahogamiento en el momento del alta de UCIP de 1991 a 2000 vs. de 2010 a 2019.

Figura 24. Tasa de incidencia de ahogamientos que precisaron ingreso en UCIP de niños turistas y residentes desde 2010 hasta 2017 (Ahogados por cada 100.000 niños/día).

Figura 25. Razón de tasa de incidencia (turistas / residentes).

Figura 26. Lugar del ahogamiento.

Figura 27. Circunstancias asociadas al ahogamiento.

Figura 28. Tipo de RCP realizada.

Figura 29. Calidad de la RCP básica (2005 – 2017).

Figura 30. Box plot de temperatura según el tipo de RCP.

Figura 31. Box plot de valor en escala de coma de Glasgow según el tipo de RCP.

Figura 32. Box plot de pH según el tipo de RCP.

Figura 33. Box plot de bicarbonato en sangre según el tipo de RCP.

Figura 34. Box plot de glucemia según el tipo de RCP.

Figura 35. Resultados tras aplicación de hipotermia terapéutica.

Figura 36. Diagrama de flujo de recogida de BAS entre los años 2005 y 2020.

Figura 37. Clínica de los pacientes con BAS positivo.

Figura 38. Resultado según tipo de traslado.

Figura 39. Resultados de los pacientes trasladados de forma primaria.

Figura 40. Resultados de los pacientes trasladados de forma secundaria.

Figura 41. Pirámide lesional ampliada.



## ANEXO 2. ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Información de la víctima tras un ahogamiento.
- Tabla 2. Información de la escena tras un ahogamiento.
- Tabla 3. Información de la escena por el socorrista o testigo con “obligación de tratar”.
- Tabla 4. Tiempos de respuesta.
- Tabla 5. Evolución hospitalaria.
- Tabla 6. Estado al alta.
- Tabla 7. Escala PCPC (Pediatric Cerebral Performance Categories).
- Tabla 8. Escala POPC (Pediatric Overall Performance Categories).
- Tabla 9. Escala de Conn-Modell.
- Tabla 10. Rutas básicas de prevención de los ahogamientos.
- Tabla 11. 18 habilidades básicas enseñadas en el programa SwimSafe.
- Tabla 12. Matriz de variables recogidas durante el estudio.
- Tabla 13. Ingresos anuales en UCIP después de un episodio de ahogamiento grave en función del lugar de residencia y el pronóstico neurológico.
- Tabla 14. Comparación entre grupo de turistas y residentes habituales.
- Tabla 15. Ingresos en UCIP de turistas vs. residentes tras ahogamiento.
- Tabla 16. Período retrospectivo vs. prospectivo.
- Tabla 17. Factores pronósticos analizados.
- Tabla 18. Valores de temperatura, Glasgow, pH, bicarbonato y glucosa, dependiendo del tipo de reanimación cardiopulmonar (RCP).
- Tabla 19. Eventos durante la evolución por tipo de reanimación cardiopulmonar (RCP).
- Tabla 20. Pacientes con resultado positivo en BAS y tipo de gérmenes.
- Tabla 21. Frecuencia de gérmenes encontrados en BAS.
- Tabla 22. Resumen de estrategias de prevención (categorizadas según las recomendaciones de la OMS).



ANEXO 3. HOJA DE RECOGIDA DE DATOS PARA EL ESTUDIO



NOMBRE:

FECHA DE INGRESO:

Nº Hª:

Nº UCIP:

EDAD:

SEXO:

EXTRANJERO:  SI

NO

NACIONALIDAD.....

RESIDENTE:  SI

NO

TIEMPO DESDE SU LLEGADA A BALEARES.....

HORA APROXIMADA DEL AHOGAMIENTO.....

¿SABE NADAR?:

SI

REGULAR

NO

TIPO DE AGUA:

AGUA DULCE

AGUA SALADA

PISCINA PRIVADA

PÚBLICA

HOTEL

TIEMPO DE INMERSIÓN:

DESCONOCIDO

CONOCIDO ¿cuánto?.....

AHOGAMIENTO PRESENCIADO:

SI

NO

EL AHOGAMIENTO SE PRODUJO:

DESCUIDO MOMENTÁNEO DE LA VIGILANCIA FAMILIAR

NO SE ESTABA VIGILANDO AL NIÑO

IMPRUDENCIA

¿EXISTE TCE ASOCIADO?

SI

NO

¿SOSPECHA DE MALTRATO?

SI

NO

OTROS FACTORES DE RIESGO:

EPILEPSIA:

SI

NO

CARDIOPATÍA

SI

NO

INGESTA ALCOHOL:

SI

NO

DROGAS:

SI

NO

ENFERMEDAD DE BASE:

SI

NO

¿CUÁL?.....

**ESTADO INICIAL:**

• RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:  SI

SI PERO INEFICAZ

NO

• ¿CIANOSIS?

SI

NO

• LATIDO:

SI

NO

NO SE SABE

NO CONSTA

- ESTADO CONCIENCIA:
  - CONSCIENTE     INCONSCIENTE
  - GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)
- MOVIMIENTOS ANÓMALOS:     SI     NO
  - EN FLEXIÓN
  - EN EXTENSIÓN

**REQUIRIÓ RCP BÁSICA INICIAL:**     SI     NO

- TIEMPO APROXIMADO DESDE EL AHOGAMIENTO HASTA INICIO DE RCP BÁSICA: .....
- BOCA A BOCA     SI     NO
- MASAJE CARDÍACO EXTERNO                     SI     NO
- ¿VÓMITOS?     SI     NO
- VOMITÓ:     ANTES DE RCP                     DESPUES DE RCP
  - SE HICIERON MANIOBRAS PARA PROVOCAR LA EXPULSIÓN DEL AGUA ASPIRADA
- LA RCP INICIAL LA HIZO:
  - MÉDICO ENTRENADO EN RCP PEDIÁTRICA / ADULTO
  - PERSONAL SANITARIO ENTRENADO EN RCP
  - SOCORRISTA ENTRENADO EN RCP
  - NO SANITARIO ENTRENADO EN RCPB PEDIATR. /ADULTO
  - NO SANITARIO NO ENTRENADO EN RCP
- TIEMPO APROXIMADO DE RCP BÁSICA:.....

**ESTADO TRAS RCP INICIAL:**

- RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:
  - SI             SI PERO INEFICAZ     NO
- ¿CIANOSIS?     SI     NO
- RECUPERA PULSO:     SI     NO     NO SE SABE
- ESTADO CONCIENCIA:     INCONSCIENTE     CONSCIENTE
- GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)
- MOVIMIENTOS ANÓMALOS:  SI     NO
  - EN FLEXIÓN
  - EN EXTENSIÓN
- ¿VÓMITOS?     SI     NO

**1. LLEGADA DEL EQUIPO DE EMERGENCIAS MÉDICAS:**

TIEMPO APROXIMADO DESDE EL AHOGAMIENTO HASTA LA LLEGADA DEL EQUIPO DE EMERGENCIAS:.....

**VALORACIÓN INICIAL:**

- RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:
  - SI       SI PERO INEFICAZ     NO
- ¿CIANOSIS?       SI     NO
- SATURACIÓN DE O<sub>2</sub>.....
- PULSO:
  - SI       NO     NO SE SABE               NO CONSTA.
- T. ARTERIAL:.....
- ESTADO CONCIENCIA:     INCONSCIENTE       CONSCIENTE
  - GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)
- MOVIMIENTOS ANÓMALOS:     SI     NO
  - EN FLEXIÓN
  - EN EXTENSIÓN
- PUPILAS: ISOCÓRICAS / ANISOCÓRICAS
  - MIOSIS / MIDRIASIS / MEDIAS
  - REACTIVAS / REACTIVIDAD DÉBIL / NO REACTIVAS

**RCP AVANZADA:**

- INTUBACIÓN:  SI                       NO
  - INDICACIÓN DE LA INTUBACIÓN:
    - PCR     COMA       RESPIRATORIA
  - TUBO NASOFARÍNGEO:  SI                       NO
  - OXIGENOTERAPIA:       SI                       NO    ¿QUÉ FIO<sub>2</sub>?.....
  - CANALIZACIÓN DE VÍA:  SI     NO
    - ¿CUÁL?.....
  - SE ADMINISTRO MEDICACIÓN:  SI       NO
    - ¿CUÁL, QUÉ DOSIS, Nº DE DOSIS Y VÍA?
    - Adrenalina
      - Dosis.....
      - Vía.....
    - Bicarbonato
      - Dosis.....
      - Vía.....
    - Otras
      - Medicación.....
- Dosis.....
- Vía.....

**ESTADO TRAS RCP AVANZADA INICIAL:**

- RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:
  - SI       SI PERO INEFICAZ     NO
- ¿CIANOSIS?       SI     NO
- SATURACIÓN DE O<sub>2</sub>.....





**2. LLEGADA AL HOSPITAL:**

TIEMPO APROXIMADO DESDE EL AHOGAMIENTO HASTA LLEGADA AL HOSPITAL:.....

**VALORACIÓN INICIAL:**

- RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:
  - SI       SI PERO INEFICAZ     NO
- ¿CIANOSIS?       SI     NO
- SATURACIÓN DE O2.....
- PULSO:
  - SI       NO     NO SE SABE       NO CONSTA.
- T. ARTERIAL:.....
- ESTADO CONCIENCIA:     INCONSCIENTE       CONSCIENTE
  - GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)
- MOVIMIENTOS ANÓMALOS:     SI     NO
  - EN FLEXIÓN
  - EN EXTENSIÓN
- PUPILAS:
  - ISOCÓRICAS       ANISOCÓRICAS
  - MIDRIASIS     MEDIAS       MIOSIS
  - REACTIVAS     REACTIVIDAD DÉBIL       NO REACTIVAS

**RCP AVANZADA:**

- INTUBACIÓN:  SI       NO
  - INDICACIÓN DE LA INTUBACIÓN:
    - PCR     COMA       RESPIRATORIA
  - TUBO NASOFARÍNGEO:  SI       NO
  - OXIGENOTERAPIA:     SI       NO    ¿QUÉ FiO2?.....
  - CANALIZACIÓN DE VÍA:  SI     NO
    - ¿CUÁL?.....
  - SE ADMINISTRO MEDICACIÓN:  SI     NO
    - ¿CUÁL, QUÉ DOSIS, Nº DE DOSIS Y VÍA?
    - Adrenalina
      - Dosis.....
      - Vía.....
    - Bicarbonato
      - Dosis.....
      - Vía.....
    - Otras
      - Medicación.....
- Dosis.....
- Vía.....

- DURACIÓN APROXIMADA DE RCP.....

**ESTADO TRAS RCP AVANZADA HOSPITALARIA:**

- RESPIRACIÓN ESPONTÁNEA:
  - SI       SI PERO INEFICAZ       NO
- ¿CIANOSIS?       SI       NO
- SATURACIÓN DE O<sub>2</sub>.....
- PULSO:
  - SI       NO       NO SE SABE       NO CONSTA.
- T. ARTERIAL:.....
- ESTADO CONCIENCIA:       INCONSCIENTE       CONSCIENTE
  - GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)
- MOVIMIENTOS ANÓMALOS:       SI       NO
  - EN FLEXIÓN
  - EN EXTENSIÓN
- PUPILAS:
  - ISOCÓRICAS       ANISOCÓRICAS
  - MIDRIASIS       MEDIAS       MIOSIS
  - REACTIVAS       REACTIVIDAD DÉBIL       NO REACTIVAS

#### ANALÍTICA Y EXPLORACIONES INICIALES REALIZADAS:

GASOMETRÍA ARTERIAL: pH.....PaO<sub>2</sub>.....PaCO<sub>2</sub>.....Bicarbonato.....EB.....

AC. LÁCTICO:.....

CPK:.....LDH:.....GOT:.....

Na:.....K:.....Cl:..... Ca:.....Urea:.....Creatinina:.....

Hb.....Hto.....

#### *RX DE TÓRAX inicial:*

- A las .....horas del ahogamiento
  - Pulmón normal
  - Infiltrado alveolointersticial leve
  - Infiltrado alveolointersticial moderado
  - Infiltrado alveolointersticial severo
- PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> arterial inicial:.....
- Peep:.....PiP.....Meseta.....MAP.....
- I.O. = MAP x FiO<sub>2</sub> / PaO<sub>2</sub>

#### *TAC CRANEAL INICIAL:*

- A las .....horas del ahogamiento
  - Normal
  - Edema cerebral difuso leve
  - Edema cerebral difuso moderado
  - Edema cerebral difuso severo
  - Signo inverso.

**EVOLUCIÓN:**

**RESPIRATORIA:**

OXIGENOTERAPIA:  SI  NO FiO2.....

VENTILACIÓN MECÁNICA:  SI  NO

**2ª RX DE TÓRAX :**

- A las .....horas del ahogamiento
  - Pulmón normal
  - Infiltrado alveolointersticial leve
  - Infiltrado alveolointersticial moderado
  - Infiltrado alveolointersticial severo
- PaO2 / FiO2 arterial a las 12 horas:.....
- A las 12 h. Peep:.....PiP.....Meseta.....MAP.....
- A las 12 h. I.O. = MAP x FiO2 / PaO2

HORAS Ó DÍAS REQUERIDOS PARA TENER FiO2 =< 0,4.....

DÍAS DE V.M.:.....

- Máx. Peep:.....Máx.PiP.....Máx Meseta.....Máx. MAP.....
- Máx. I.O. = MAP x FiO2 / PaO2.....
- Mínimo P/F (PaO2 / FiO2):.....
- SDRA (P/F < 200 mmHg) :  SI  NO
- LPA: (P/F 300-200 mmHg) :  SI  NO
- CAMBIOS POSTURALES:  SI  NO
- N.O.:  SI  NO
- SURFACTANTE EXÓGENO:  SI  NO
- ANTIBIÓTICOS:  SI  NO
- FUROSEMIDA  SI  NO Dosis/kg/día.....
- CULTIVOS DE ASPIRADO BRONQUIAL:.....
- Días de V.M.....

**HEMODINÁMICO:**

ESTABLE  INESTABLE

- REQUIERE EXPANSIÓN DE VOLUMEN:  SI  NO
  - REQUIERE DROGAS VASOACTIVAS:  SI  NO
- ¿CUÁLES? ¿ INDICACIÓN? ¿ QUÉ DOSIS MÁXIMAS?

.....

.....

.....

.....

**SDMO:**  SI  NO

¿QUÉ ÓRGANOS?

.....

.....

.....

.....

**NEUROLÓGICO ALTA DE INTENSIVOS:**

GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)

**PRONÓSTICO FINAL:**

- MUERTE CEREBRAL
- ESTADO VEGETATIVO: no contacta o tiene un mínimo contacto con el medio en forma de gemidos, llanto o quejido.
- SECUELAS GRAVES: contacta con el medio pero para realizar actividades habituales necesita ayuda.
- SECUELAS MODERADAS: déficit motor o intelectual pero para realizar las actividades habituales no necesita ayuda.
- SIN SECUELAS.

**2º TAC CRANEAL DE CONTROL:**

- A las .....horas del ahogamiento
  - Normal
  - Edema cerebral difuso leve
  - Edema cerebral difuso moderado
  - Edema cerebral difuso severo
  - Signo inverso.
  - Áreas de infarto

E.E.G.:.....

**NEUROLÓGICO ALTA DE PLANTA:**

GLASGOW DETALLADO: GLASGOW.....(.....V, .....O,.....M)

**PRONÓSTICO FINAL:**

- MUERTE CEREBRAL           DONANTE:  SI            NO
- ESTADO VEGETATIVO: no contacta o tiene un mínimo contacto con el medio en forma de gemidos, llanto o quejido.
- SECUELAS GRAVES: contacta con el medio pero para realizar actividades habituales necesita ayuda.
- SECUELAS MODERADAS: déficit motor o intelectual pero para realizar las actividades habituales no necesita ayuda.
- SIN SECUELAS.

**SECUELAS CONCRETAS ESPECIFICADAS**

.....  
.....

**TAC CRANEAL DE CONTROL ANTES DE ALTA A DOMICILIO:**

- A las .....DÍAS del ahogamiento
  - Normal
  - Signo inverso.

- Áreas de infarto
- Atrofia cerebral.

E.E.G.....



## ANEXO 4. PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA INVESTIGACIÓN

1. Salas Ballestín A, de Carlos Vicente JC, Frontera Juan G, Sharluyan Petrosyan A, Reina Ferragut CM, González Calvar A, Clavero Rubio MDC, Fernández de la Ballina A. Prognostic Factors of Children Admitted to a Pediatric Intensive Care Unit After an Episode of Drowning. *Pediatr Emerg Care*. 2021;37: e192-195. doi: 10.1097/PEC.0000000000001554.
2. Salas Ballestín A, Frontera Juan G, Sharluyan Petrosyan A, Chocano González E, Figuerola Mulet J, De Carlos Vicente JC. Drowning accidents in a Spanish pediatric intensive care unit: An observational study over 29 years. *Pediatr Emerg Care*. 2021 Dec PAP. doi: 10.1097/PEC.0000000000002583.
3. Protocolo de ahogamiento. Alberto Salas Ballestín<sup>(1)</sup>, Rosalía Pérez Hernández<sup>(2)</sup>, Daniel Palanca Arias<sup>(3)</sup>. (1) UCIP. Hospital Universitario Son Espases. Palma de Mallorca. (2) UCIP. Hospital Universitario de Canarias. Tenerife. (3) UCIP. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. Grupos de trabajo de Politrauma y Transporte de la SECIP. Disponible en: <http://secip.info/images/uploads/2020/07/Ahogamiento.pdf>
4. Ahogamiento. Salas Ballestín A, Pérez Hernández R, Palanca Arias D. Ahogamiento. *Protoc diagn ter pediatr*. 2021;1:713-24. *Protocolos AEP*. ISSN 2171-8172. Disponible en: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/49\\_ahogamiento.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/49_ahogamiento.pdf)
5. Infecciones respiratorias precoces de pacientes intubados ingresados en una UCIP tras ahogamiento. Salas Ballestín, A; De Carlos Vicente, JC; Sharluyan Petrosyan, A; Chocano González, E; Reina Ferragut, C; González Calvar, A; Clavero Rubio, MDC.; Cocostegui García, P. 35 Congreso Nacional de la SECIP.
6. Salas Ballestín A, De Carlos Vicente JC, Álvarez Franco JM, Sharluyan Petrosyan A, Chocano González E, Fernández de la Ballina A, Cocostegui García P. Análisis epidemiológico de los ahogamientos graves de niños en Baleares (2010 – 2019). Resultados preliminares. XIX Reunión anual de la SOPEBA. Ibiza 15 y 16 de octubre de 2021.

A continuación, se adjuntan las publicaciones más relevantes desarrolladas a partir del material de esta tesis. El resto pueden consultarse en las páginas web de las sociedades científicas pertinentes o en los libros de los congresos.





# Prognostic Factors of Children Admitted to a Pediatric Intensive Care Unit After an Episode of Drowning

Alberto Salas Ballestín, MD,\*† Juan Carlos de Carlos Vicente, MD,\* Guillem Frontera Juan, MD,‡  
Artur Sharhuyan Petrosyan, MD,\*† Cristina M. Reina Ferragut, MD,\* Amelia González Calvar, MD,\*  
María del Carmen Clavero Rubio, MD,\* and Andrea Fernández de la Ballina, MD\*†

**Objective:** The aim of this study was to evaluate the prognostic factors of patients admitted to a pediatric intensive care unit (PICU) after drowning.

**Methods:** Retrospective observational study from January 1992 to December 2004 and prospective study from January 2005 to December 2015 were conducted in a tertiary children's hospital PICU. The data analyzed refer to the patient, event, type of resuscitation performed, and clinical situation after resuscitation and at arrival to the PICU; results of additional tests; and clinical evolution and neurological status at discharge from the PICU (categorized as death, severe encephalopathy, or normal). The considered potential prognostic factors were whether drowning was witnessed, the type of initial resuscitation, Glasgow Coma Scale score at admission, pupil status and reactivity, and pH.

**Results:** One hundred thirty-one patients were registered. Mortality was 16.7%, and 8.3% had significant neurological sequelae. The clearest factor associated with poor outcome was the type of initial resuscitation performed. All patients who did not require cardiopulmonary resuscitation (CPR), or only basic CPR, had good outcomes; 96.3% of those who required advanced CPR with epinephrine administration had poor outcomes. Patients who needed advanced resuscitation with administration of epinephrine had lower temperature, Glasgow Coma Scale score, pH, and bicarbonate at admission and higher level of glucose. In this group, there was also a higher incidence of seizures, acute respiratory distress syndrome, hemodynamic compromise, and acute renal failure.

**Conclusions:** The need for advanced CPR with epinephrine administration on the scene predicts poor neurological outcome (severe encephalopathy or death) in drowned children.

**Key Words:** arrest, cardiopulmonary resuscitation, drowning, hypothermia, intensive care units, neurologic outcome

(*Pediatr Emerg Care* 2021;37: e192–e195)

Drowning is one of the most frequent unintentional injuries in the world. It occurs from primary respiratory impairment due to submersion in a liquid medium and is followed by breath-holding and involuntary laryngospasm that leads to hypercapnia, hypoxemia, and, if prolonged, respiratory or cardiorespiratory arrest. According to the World Health Organization, it was the third leading cause of death from unintentional injury in 2014 and accounts for 7% of all injury-related deaths. It is estimated that 359,000 people die of drowning worldwide each year. Children are a population at risk to suffer such injuries. It is the fifth leading cause of death in children aged 5 to 14 years and the 11th one among children younger than 5 years.<sup>1–4</sup>

Evidence pertaining to survival following a submersion injury is limited. The following factors at presentation have been associated with a poor prognosis: length of immersion longer than 5 minutes, time longer than 10 minutes to initiation of basic cardiopulmonary resuscitation (CPR), resuscitation time exceeding 25 minutes, Glasgow Coma Scale (GCS) score of 5 or less, persistent apnea requiring CPR on admission to hospital, and arterial blood pH of less than 7.10 upon presentation.<sup>5–13</sup>

The aim of this study was to evaluate these and other prognostic factors through analyzing the characteristics and clinical course of patients admitted in a pediatric intensive care unit (PICU) after an episode of drowning over the past 24 years.

## METHODS

This is an observational study in the referral hospital of the Balearic Islands (Spain), the only PICU of the community, and it receives all children younger than 15 years who require intensive care in the islands. It is a community with a large tourist population during the summer months.

The study was approved by the institutional review board of Hospital Universitario Son Espases with the code number CI-77-15. The study was conducted retrospectively from 1992 to 2004 and prospectively from 2005 to 2015. Retrospective data were collected from medical records that were not computerized. Prospective data were collected from a questionnaire prepared for the study. All children admitted to the PICU after an episode of drowning were included, besides those who did not require admission to the PICU and those who died in the prehospital phase.

The data analyzed refer to the patient (age, sex), event (freshwater or saltwater, drowning witnessed or not), type of resuscitation performed (not accurate, basic, advanced with or without epinephrine), clinical situation after resuscitation and admission to the PICU (temperature, GCS score, condition of the pupils), results of additional tests (blood gases with pH and bicarbonate, blood tests with biochemistry), clinical evolution (seizures, hemodynamic instability requiring inotropic support or volume expansion, acute respiratory distress syndrome [ARDS] or kidney failure), and neurological status at discharge from the PICU, categorized as death; severe encephalopathy (severe disability or coma/vegetative state) by Pediatric Cerebral Performance Categories (>3), recording data according to the pediatric Utstein-Style recommendations; or good outcome (Pediatric Cerebral Performance Categories ≤3).<sup>2</sup> The data of the patients who underwent therapeutic hypothermia were also collected.

The considered potential prognostic factors were whether drowning was witnessed, type of initial resuscitation after the event (not accurate, basic, advanced with or without epinephrine), GCS score, and pupil status and reactivity at the first clinical exploration and blood pH at admission.

Descriptive analysis and calculation of mean, median, and SD for continuous variables and proportions for categorical ones were performed. To test differences between the groups, Student

From the \*Pediatric Intensive Care Unit, †Pediatric Transport Unit, and ‡Clinical Research Unit, Hospital Universitario Son Espases, Palma de Mallorca, Islas Baleares, Spain.

Disclosure: The authors declare no conflict of interest.

Reprints: Alberto Salas Ballestín, MD, Pediatric Intensive Care Unit, Hospital Universitario Son Espases, Carretera de Valldemossa 79, 07120 Palma de Mallorca, Islas Baleares, España  
(e-mail: albertosalasballestin@gmail.com).

Copyright © 2018 Wolters Kluwer Health, Inc. All rights reserved.

ISSN: 0749-5161

**TABLE 1.** Retrospective Versus Prospective Period

	1992–2004 (n = 82)	2005–2015 (n = 49)	P
Age	5.18 y	5.43 y	0.69
Male	68.2%	79.5%	0.23
Freshwater	89.0%	89.8%	0.88
Not witnessed drowning	78.9%	75.5%	0.83
Advanced CPR	33.3%	46.9%	0.18
GCS score ≤5	60.0%	68.8%	0.42
Mydriatic, nonreactive pupils	23.4%	10.4%	0.11
pH	7.21	7.16	0.13
Temperature	36.0°C	35.5°C	0.13

*t* test and analysis of variance were used for continuous variables, and  $\chi^2$  or Fisher exact test was used for categorical variables. Calculations were performed with IBM SPSS Statistics for Windows, version 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY).

Retrospective and prospective groups were also compared to check that both groups were similar.

**RESULTS**

During the past 24 years, 131 patients were registered and admitted to our PICU after an episode of drowning, with a mean of 5.5 (SD, 2.7) patients per year, although there is a great interannual variability (range, 2–11 per year). This represents 1.9% of our PICU total admission. Males predominated at 95 (72.5%) compared with females (36 [27.4%]). The mean age was 5 years 3 months (SD, 3 years 3 months). Of the children, 63.3% were younger than 6 years. Drowning occurred in freshwater at 89.3% of the time, whereas only 10.6% occurred in saltwater.

No significant differences were found between both periods (Table 1), so only the global results are presented. Data missing from the medical records were less than 10% in every category.

Mortality was 16.7% (22 patients), and 8.3% (11 patients) had significant neurological sequelae at discharge of PICU with severe encephalopathy. Therefore, the outcome was classified as poor (death or severe encephalopathy) in 25.1% (33 patients).

The first analyzed factor was whether drowning was witnessed; we found that all but 1 witnessed drowning had good outcomes (96.4%), whereas only 69.1% of unwitnessed drowning had good outcomes.

Glasgow Coma Scale score was a good prognosis factor if it was greater than 5 (only 3 deaths of 81 patients), but with a lower score, it was not a reliable factor.

The state of the pupils predicted a good outcome if they were not mydriatic and were reactive at the first neurological exploration (90.2% of these patients had a good course) and predicted a bad course in 87% of patients when they were mydriatic and nonreactive.

The pH was a good prognostic factor if it was 7.1 or greater at admission, with 91.3% of patients with good outcomes. Of those patients with pH of less than 7.1 at admission, only 33.3% had a good outcome.

Among the factors analyzed, the one most clearly associated with a poor outcome was the type of initial resuscitation performed after drowning. All patients who did not require CPR, or required basic CPR (without endotracheal intubation or intravenous administration of epinephrine), had a good course, whereas 96.2% of those who required advanced CPR with epinephrine administration had poor outcomes (Table 2).

Given these obvious results, other factors were analyzed regarding the type of CPR performed. Patients who needed advanced resuscitation with administration of epinephrine had lower temperature, lower GCS score at admission, lower pH and bicarbonate at admission, and a higher level of glucose (Table 3). This group also experienced a higher incidence of seizures, ARDS, hemodynamic compromise (considered as needing volume expansion or vasoactive drug administration), and acute renal failure (with elevated creatinine for their age) than the other groups (Table 4).

In recent years, therapeutic hypothermia was applied for 8 patients who underwent CPR (maintained at 32°C with thermal blanket for 48 hours with subsequent gradual warming of 0.2°C per hour to recover normothermia). Two (25%) of them required CPR intubation without epinephrine, both without sequelae, and 6 (75%) required CPR with epinephrine, all with poor outcome (4 deaths and 2 severe encephalopathies).

**DISCUSSION**

In our series, the most important factor predicting poor outcome was the need for advanced CPR on the scene, especially when intravenous administration of epinephrine was required.

All patients in the groups with no need of CPR or basic CPR without advanced maneuvers had good clinical course, with no significant neurological sequelae at discharge from intensive care in any of them.

**TABLE 2.** Prognostic Factors Analyzed

Prognostic Indicators	Normal or Mild Disability	Severe Disability or Vegetative State	Deaths	P
Witnessed drowning	27 (96.4%)	0	1 (3.6%)	0.024
Unwitnessed drowning	67 (69.1%)	10 (10.3%)	20 (20.6%)	
No CPR	18 (100%)	0	0	<0.001
Basic CPR	58 (100%)	0	0	
Advanced CPR (intubation only)	17 (81.0%)	2 (9.5%)	2 (9.5%)	
Advanced CPR (intubation and epinephrine)	1 (3.7%)	8 (29.6%)	18 (66.7%)	
GCS score ≤5	19 (40.4%)	10 (21.3%)	18 (38.3%)	<0.001
GCS score >5	78 (96.3%)	0	3 (3.7%)	
Mydriatic, nonreactive pupils	3 (13.0%)	4 (17.4%)	16 (69.6%)	<0.001
Nonmydriatic, reactive pupils	92 (90.2%)	5 (4.9%)	5 (4.9%)	
pH <7.1	9 (33.3%)	3 (11.1%)	15 (55.6%)	<0.001
pH ≥7.1	84 (91.3%)	7 (7.6%)	1 (1.1%)	

**TABLE 3.** Values of Temperature, GCS Score, pH, Bicarbonate, and Glucose, Depending on the Type of CPR

Clinical Situation and Additional Tests at Admission	No CPR (n = 18)	Basic CPR (n = 58)	Advanced CPR (Intubation Only) (n = 21)	Advanced CPR (Intubation and Epinephrine) (n = 27)	P
Temperature, mean (SD), °C	36.4 (0.9)	36.4 (0.8)	35.6 (1.6)	34.0 (1.8)*	<0.001
GCS score, median (SD)	14	11	5*	3*	<0.001
pH, average (SD)	7.27 (0.09)	7.26 (0.1)	7.19 (0.17)	6.94 (0.21)*	<0.001
Bicarbonate, average (SD), mmol/L	21.1 (4.1)	19.9 (6.9)	18.4 (4.9)	12.1 (4.9)*	0.001
Glucose, mean (SD), mg/dL	152.6 (65.1)	188.9 (81.0)	230.5 (80.0)	295.7 (127.3) <sup>†</sup>	0.001

\* $P < 0.003$  for comparison with other variables.

<sup>†</sup> $P < 0.001$  versus no CPR and versus basic CPR.

In the group of patients who needed advanced CPR with endotracheal intubation (but without administering epinephrine), 19% had poor outcomes. It was not possible to differentiate other factors of poor prognosis because of the sample size in this group (21 patients). That requires a larger sample of patients who need endotracheal intubation without intravenous administration of epinephrine to analyze the factors of good or poor prognosis for this subgroup.

Finally, in patients who required advanced CPR with epinephrine administration, poor outcomes were observed in all but one. Therefore, the need for such maneuvers very clearly predicts poor outcome.

Recently, Mtaweh and colleagues,<sup>1</sup> with a 60-case series, also reported good outcomes in patients with only respiratory arrest and poor outcome in patients with cardiac arrest.

The variable of immersion duration is difficult to measure because data at the event location are often confused. In our study, we collected data to whether drowning was witnessed, accepting that at witnessed drowning immersion time is lower. It seems obvious to assume that children with lower immersion time would have better neurological status and better prognosis. In our series, prognosis was good in cases of witnessed drowning. It was found that when drowning was not witnessed, more important resuscitation measures were applied, and the prognosis was worse.<sup>14</sup>

Neurological examination following an event should initially assess GCS score and the status of pupils. A worse GCS score, 3 to 5 out of 15, is described in the literature as a poor prognostic factor. Our series confirmed that patients with low GCS values had worse prognoses, and patients with GCS values higher than 5 had a good prognosis (96.3%). By matching GCS and the type of resuscitation, we concluded that in the patients who required advanced CPR GCS values were lower than those in the other groups. The same applies to the size and reactivity of the pupils, with the worst prognosis in patients with unreactive mydriatic pupils at the initial examination (good course in 90.2% of patients who did not exhibit mydriatic, nonreactive pupils at admission).

A pH below 7.10 has also been suggested as a poor prognostic factor. Our study confirmed that patients with a pH of 7.10 or

higher had a better prognosis compared with those with a pH below 7.10 (good course in 91.3% of patients with pH  $\geq 7.1$ ), but this factor has a less strong association with prognosis than the type of CPR. Bicarbonate values were also lower in more severe patients than in patients without sequelae. Lower pH and bicarbonate could be due to poor tissue perfusion because of long immersion or to prolonged ischemia during resuscitation.

In the group of more severely affected patients, in which advanced CPR maneuvers were performed, higher blood glucose levels were also observed. In previous studies, higher blood glucose levels had been suggested as a factor of severity at admission to the PICU. In this group, more complications in their clinical course, such as seizures, ARDS, hemodynamic compromise, and kidney failure, were registered.<sup>14,15</sup>

It is doubtful whether patients who drowned in cold water have a better prognosis because of a neuroprotective effect of hypothermia. In our environment (the Mediterranean Sea), the water is warm; therefore, initial hypothermia usually indicates prolonged immersion time. This is confirmed by the fact that the temperature recorded was significantly lower in those patients who required advanced CPR with epinephrine administration than in other groups.<sup>12,13</sup>

Therapeutic hypothermia is described as a neuroprotective therapy in patients who suffer a cardiac arrest. There are some published cases of good neurological outcome after performing therapeutic hypothermia in patients with cardiac arrest who required advanced CPR after drowning. In our study, hypothermia was applied to a few patients, with no improved prognosis of those who required advanced CPR, although the number of cases was not enough to draw conclusions from. A longer sample would be necessary to confirm these data, but it seems that in patients with a poor initial neurological prognosis (those who required advanced CPR with intravenous administration of epinephrine) it may be unnecessary to take such measures.<sup>16</sup>

The relevance of this study is a possibility to predict with high reliability the neurological outcome in a child who has suffered an episode of drowning. It can be helpful for the information to the family and to guide treatment after initial resuscitation.

**TABLE 4.** Events During Evolution by Type of CPR

Events	No CPR (n = 18)	Basic CPR (n = 58)	Advanced CPR (Intubation Only) (n = 21)	Advanced CPR (Intubation and Epinephrine) (n = 27)	P
Seizures	11.1%	19.0%	19.0%	25.9%	0.065
ARDS	0	3.4%	19.0%	25.9%	0.006
Hemodynamic compromise	5.6%	12.1%	57.1%	81.5%	<0.001
Renal insufficiency	0	0	14.3%	40.7%	<0.001

Because these patients are potential organ donors, all intensive support despite the prognosis should be initially managed to assess this possibility with the family.

In this study, a prospective cohort of patients was grouped with a retrospective one. Because they were admitted to an intensive care unit, data were collected systematically in graphic and medical records, so few data about patients from the retrospective group were lost (<10% in every category). This allows for analysis of a greater number of patients by minimizing the potential of error in analyzed variables. Recruiting 131 patients from the same center eliminates differences in treatments between hospitals.

Our study has some limitations. We did not dispose data from those patients who suffered drowning and, after initial resuscitation, improved enough to decline an admission to intensive care. The other group of patients who could not be analyzed is that of those who died before hospital admission.

Because of the limited number of patients per year, it was not possible to check whether changes in care practices over time or in CPR recommendations improved neurological outcome. A multi-center study would be needed.

### CONCLUSIONS

The need for advanced CPR on the scene with epinephrine administration in drowned children predicts poor neurological outcome (severe encephalopathy or death) with great reliability. Other prognostic factors associated with poor neurological outcome depend on the type of resuscitation required.

It is confirmed that the sickest patients, who required more intensive resuscitation measures, had lower temperature, GCS score, and bicarbonate and pH values and higher blood glucose levels. They also had a higher incidence of seizures, ARDS, hemodynamic impairment, and kidney failure.

### REFERENCES

1. Mtaweh H, Kochanek PM, Carcillo JA, et al. Patterns of multiorgan dysfunction after pediatric drowning. *Resuscitation*. 2015;90:91–96.
2. Idris AH, Berg RA, Bierens J, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning: the “Utstein style”. *Resuscitation*. 2003;59:45–57.
3. Ahogamientos. Nota descriptiva N°347 Abril de 2014. WHO. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs347/es/>. Accessed November 9, 2015.
4. Water Sanitation Health. Water-related Diseases. WHO. Available at: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/drowning/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/drowning/en/). Accessed November 9, 2015.
5. Orłowski JP. Prognostic factors in pediatric cases of drowning and near-drowning. *JACEP*. 1979;8:176–179.
6. Biggart MJ, Bohn DJ. Effect of hypothermia and cardiac arrest on outcome of near-drowning accidents in children. *J Pediatr*. 1990;117:179–183.
7. Dean JM, Kaufman ND. Prognostic indicators in pediatric near-drowning: the Glasgow Coma Scale. *Crit Care Med*. 1981;9:536–539.
8. Lavelle JM, Shaw KN. Near drowning: is emergency department cardiopulmonary resuscitation or intensive care unit cerebral resuscitation indicated? *Crit Care Med*. 1993;21:368–373.
9. Bierens JJ, van der Velde EA, van Berkel M, et al. Submersion in the Netherlands: prognostic indicators and results of resuscitation. *Ann Emerg Med*. 1990;19:1390–1395.
10. Suominen P, Baillie C, Korpela R, et al. Impact of age, submersion time and water temperature on outcome in near-drowning. *Resuscitation*. 2002;52:247–254.
11. Habib DM, Tecklenburg FW, Webb SA, et al. Prediction of childhood drowning and near-drowning morbidity and mortality. *Pediatr Emerg Care*. 1996;12:255–258.
12. Tipton MJ, Golden FS. A proposed decision-making guide for the search, rescue and resuscitation of submersion (head under) victims based on expert opinion. *Resuscitation*. 2011;82:819–824.
13. Quan L, Mack CD, Schiff MA. Association of water temperature and submersion duration and drowning outcome. *Resuscitation*. 2014;85:790.
14. Blasco Alonso J, Moreno Pérez D, Milano Manso G, et al. Ahogamientos y casi ahogamientos en niños. *An Pediatr (Barc)*. 2005;62:20–24.
15. Burford AE, Ryan LM, Stone BJ, et al.: Drowning and near-drowning in children and adolescents: a succinct review for emergency physicians and nurses. *Pediatr Emerg Care*. 2005;21:610–616.
16. Aronovich DM, Ritchie KL, Mesuk JL. Asystolic cardiac arrest from near drowning managed with therapeutic hypothermia. *West J Emerg Med*. 2014;15:369–371.

# Drowning Accidents in a Spanish Pediatric Intensive Care Unit

## *An Observational Study for 29 Years*

Alberto Salas Ballestín, MD,\*†‡§ Guilem Frontera Juan, MD,†§ Artur Sharluyan Petrosyan, MD,\*†  
Eva Chocano González, MD,\*† Joan Figuerola Mulet, PhD,§|| and Juan Carlos De Carlos Vicente, MD\*†

**Introduction:** Drowning is one of the most frequent accidents in children. We aimed to describe demographic and epidemiological characteristics of drowned children who required admission to a pediatric intensive care unit (PICU) to identify risk factors to guide possible preventive measures to avoid severe drowning.

**Methods:** We conducted an observational study for 29 years (retrospective between 1991 and 2004; prospective between 2005 and 2019) that included all children (0–15 years old) requiring PICU admission after drowning. Data regarding patient characteristics, accident circumstances, and neurological outcomes at PICU discharge were analyzed.

**Results:** A total of 160 patients were included, with no significant decrease over the study period. There was a predominance of males (75%), young age (60%; 1–5 years), summer months (91.1%; May–September), tourists (14.12 [95% confidence interval, 9.2–21.7] times higher risk of drowning than residents), swimming pool accidents (88.8%), and inadequate supervision (77.9%). The mortality was 18.7%, and 7.5% of admitted children had severe neurological sequelae. The initial resuscitation maneuvers by accident witnesses were incorrect in nearly half of the patients in whom these could be analyzed.

**Conclusions:** Emphasis should be placed on implementing preventive measures, focused on the described risk groups, and insisting on adequate supervision, swimming training programs, and training of the general population in safe rescue and cardiopulmonary resuscitation.

**Key Words:** accident prevention, cardiopulmonary resuscitation, drowning, epidemiology, heart arrest, intensive care units

(*Pediatr Emer Care* 2021;00: 00–00)

**D**rowning is the process of respiratory failure after an episode of immersion or submersion in a liquid medium. According to the World Health Organization, it is the third leading cause of death by unintentional trauma worldwide representing 7% of these

cases; an estimated 360,000 people die annually from this cause. According to the Spanish National Institute of Statistics, 35 children younger than 14 years died in Spain of drowning, accidental submersion, or suffocation in 2018 (second leading cause of unintentional trauma deaths in this age group).<sup>1,2</sup>

The objective of the study was to describe the demographic and epidemiological characteristics of the population of children who had severe drowning accidents in a Spanish community, to identify risk factors for severe drowning and guide possible preventive measures in our environment for this population.

## METHODS

An observational study was conducted to analyze the admissions for drowning in a pediatric intensive care unit (PICU) over a period of 29 years. The study was performed in the reference hospital of the Balearic Islands (Spain), where the only PICU in the community is located, meaning it receives all cases of children younger than 15 years who need intensive therapy on the islands. In the last year of the study, 30,519 children attended the hospital emergency department and there were 427 PICU admissions. The registered population of the community was 1,149,460 inhabitants in 2019. This is also a community with a large influx of tourists during the summer months, with 1.45 million tourist arrivals in that year.

The study was approved by the research committee of the hospital (number CI-77-15). The study was performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments. A consent was obtained from the parents or guardians upon admission to the unit. According to the ethics committee of the hospital, no further consent was required as long as the information was anonymized and the submitted publication did not include images that may identify the person.

Data were collected retrospectively from January 1991 to December 2004 and prospectively from January 2005 to December 2019. The retrospective data were collected from paper-based noncomputerized medical records. The prospective data were collected using a form developed for this study. The study included all children younger than 15 years who required admission to the PICU after a drowning episode. Patients who attended the emergency department but did not require admission to the PICU, those who died before admission to the hospital, or those older than 15 years who were admitted to the adult intensive care unit were excluded from the study. We collated information regarding the patient (age, sex, area of residence), accident (season, fresh or salt water, drowning witnessed or not), type of resuscitation performed (not precise, basic or advanced, with or without adrenaline), and neurological status at discharge from PICU, categorized as death, severe encephalopathy (severe disability or coma/vegetative state with a Pediatric Cerebral Performance Categories [PCPC] value >3, according to the Utstein style), or good outcome (PCPC ≤3).<sup>3</sup> We defined patients with severe neurological dysfunction/coma in the neurological assessment on the PCPC scale or death at PICU discharge as those with poor outcomes. The demographic data

From the \*Pediatric Intensive Care Unit and †Balearic Pediatric Transport Unit, Service of Pediatrics, University Hospital Son Espases; ‡Health Research Institute of the Balearic Islands (IdISBa); §Clinical Research Unit; and ||Division of Pediatric Respiratory Medicine, University Hospital Son Espases, Palma de Mallorca, Balearic Islands, Spain.

Disclosure: The authors declare no conflict of interest.

Ethics approval: The study was approved by the research committee of the University Hospital Son Espases (number CI-77-15). The study was performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments.

Consent to participate: A consent was obtained from the parents or guardians upon admission to the unit. According to the research committee of the University Hospital Son Espases, no further consent was required as long as the information was anonymized and the submitted publication did not include images that may identify the person.

Consent for publication: Not applicable.

Availability of data and materials: All data generated or analyzed during this study are included in this published article.

Reprints: Alberto Salas Ballestín, MD, Pediatric Intensive Care Unit, Service of Pediatrics, University Hospital Son Espases, Carretera de Valldemossa 79, 07120 Palma de Mallorca, Balearic Islands, Spain (e-mail: albertosalasballestin@gmail.com).

ORCID ID: 0000-0003-0396-4959.

Copyright © 2021 Wolters Kluwer Health, Inc. All rights reserved.

ISSN: 0749-5161

were obtained from the statistics published by the Institute of Community Statistics.<sup>4</sup>

We performed a descriptive analysis of continuous quantitative variables, calculating the mean or median and SD or quartiles, range, and interquartile range (IQR), respectively, as indicated. For categorical or discrete variables, proportions and 95% confidence intervals (CIs) were calculated as a measure of precision. Statistical analysis was performed with IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY).

### RESULTS

In all analyzed variables, the frequency of missing data was <10%, except for the variables “cause of drowning” and “quality of basic cardiopulmonary resuscitation (CPR) performed by witnesses” in the retrospective data set, so these parameters were only taken into account in the prospective analysis. All other variables were analyzed in both data sets, and summarized results are presented because no relevant differences were detected between the 2 data sets.

During the registered 29 years, 160 patients were admitted to the PICU after a drowning episode; 93 of the incidents occurred in the retrospective period of the study (1991–2004), with a median of 7 patients per year (range, 2–11), and 67 to the prospective period

(2005–2019), with a median of 4 patients per year (range, 2–9). Admissions for drowning accounted for 1.9% of total admissions and were the fifth cause of death in our PICU.

Of the admitted children, 62.5% were on tourist visits (95 of 152; the place of origin was not registered in 8 patients), and the remaining were habitual residents of the islands (Table 1). There was a clear predominance of males with 75% (120 of 160). The median age of all children was 5 years in both study periods (range, 7 months to 14 years; IQR 25–75, 3.0–7.5 in the first period and 2.0–7.0 in the second). The median age of resident patients was 3 years (IQR 25–75, 2.0–7.0) and that of tourists was 5 years (IQR 25–75, 4.0–7.0; *P* = 0.007, Mann-Whitney *U* test; Fig. 1).

The seasonal distribution revealed predominantly cases in summer months; 91.1% of the drownings occurred between May and September (Fig. 2). Only isolated cases were observed in the remaining months and were more frequent in residents.

Based on the population statistics between 2010 and 2019, the incidence rates of drownings were calculated for both tourist and resident populations, with the ratio of incidence rates between tourists and residents being 14.12 (95% CI, 9.2–21.7; Table 2, Fig. 3).

Of the registered drownings, 88.8% (135 of 152; the type of water was not registered in 7 patients) occurred in freshwater pools, compared with 11.2% (17/152) that occurred in salt water, that is, in the sea. Within the former, 66.7% (78 of 117) occurred in public pools, as opposed to 33.3% (39 of 117) that occurred in private pools (in 18 cases, the type of pool in which the drowning occurred could not be identified).

A total of 77.8% (116 of 149) of admitted children were not being adequately supervised at the time of drowning. The circumstances associated with drowning could only be analyzed in the prospective part of the study, as the retrospective part did not contain sufficient details to obtain reliable results; these circumstances were the absence of sufficient knowledge of swimming in 73.1% (49 of 67), followed by risk behaviors (staying underwater, playing with the pool drain, water jets, diving) in 14.9% (10 of 67), a possible epileptic seizure in 1.5% (1 of 67), and accidental fall with head trauma in 1.5% (1 of 67). Despite not including the circumstances of drowning in the retrospective part of the study, it should be noted that one patient in this group had a suspected arrhythmia before drowning (sudden death from ventricular fibrillation in a patient with right ventricular dysplasia).

Only one of the patients who was being supervised at the time of drowning required CPR. The cause, in this case, was a predrowning seizure, which evolved into a seizure status, cardiorespiratory arrest with advanced resuscitation lasting approximately 30 minutes, and multiorgan failure and death in the following 48 hours. The remaining patients who required admission to the PICU but were being properly supervised at the time of drowning were discharged from the unit without sequelae.

Cardiopulmonary resuscitation was performed at the scene of the accident in 87.8% (129 of 147 patients), of which 44.2% (65 of 147) were strictly basic and 48.2% were advanced (62 of 147; 62 cases requiring intubation and 20 of them with additional intravenous adrenaline administration). In the prospective group (67 patients), the quality of basic CPR performed by witnesses was further analyzed. The performance was appropriate to the clinical situation of the patient (without being able to analyze the technique) in 52.2% (35 of 67 patients); in 23.9% (16 of 67 patients), the initial CPR was performed by untrained people; in 16.4% (11 of 67 patients), the initial CPR was delayed by 2 minutes or more after the rescue was performed; in 5.9% (4 of 67 patients), only external chest compressions were performed without ventilation; and in 4.4% (3 of 67 patients), basic CPR had not been

**TABLE 1.** Annual Admissions at the PICU After Drowning According to Residency and Neurological Outcome

Year	Residents	Tourists	Recovery	Death	Severe Encephalopathy
1991	9	1	5	5	0
1992	2	0	1	0	1
1993	3	4	3	2	2
1994	1	4	5	0	0
1995	5	1	6	0	0
1996	3	3	3	2	1
1997	3	7	6	3	1
1998	4	5	7	2	0
1999	2	9	9	1	1
2000	0	4	3	1	0
2001	3	6	7	2	0
2002	0	3	2	0	1
2003	3	5	6	1	1
2004	1	2	1	1	1
2005	0	5	4	1	0
2006	1	3	2	2	0
2007	2	1	3	0	0
2008	1	1	2	0	0
2009	2	1	2	1	0
2010	2	0	2	0	0
2011	4	2	6	0	0
2012	4	3	4	2	1
2013	0	8	8	0	0
2014	3	4	5	1	1
2015	1	1	1	1	0
2016	2	2	3	1	0
2017	2	7	9	0	0
2018	1	1	1	1	0
2019	1	2	2	0	1
	65	95	115	30	12

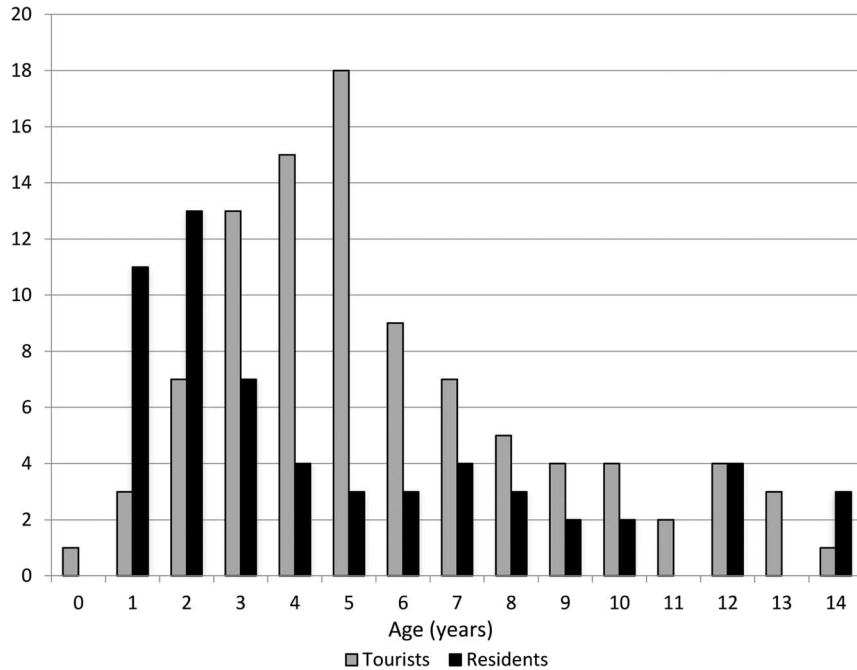


FIGURE 1. Pediatric intensive care unit admissions after drowning by age.

performed until the arrival of the emergency services (paramedics or medicalized ambulances), and advanced CPR was required for these patients.

We classified 26.2% of the admitted cases (42 patients) as a poor outcome (Table 1). A total of 7.5% (12 patients) presented significant sequelae with severe encephalopathy upon discharge from the PICU, whereas the mortality was 18.7% (30 patients).

**DISCUSSION**

Over the 29-year study period, the annual admission numbers varied considerably, without a clear decrease being observed. During this period, in the analyzed community, the population increased, especially the seasonal tourist population, so did the number of swimming pools. This could mask a relative decrease in the number of drownings related to the improvement in the regulation of safety and first aid at beaches and swimming pools that has taken place in our community.<sup>4-7</sup> In our community, it is estimated that there are more than 62,000 swimming pools. Only 5% of the

pools are public (in hotels), whereas the remainder complements the offer of residential and holiday homes.

The risk of serious drowning was much higher in tourist children than in resident children in the present study, with a higher median age and a higher prevalence in summer months. Although preventive measures should be directed to the entire population at risk, it is in this target group that prevention in our environment should be focused on. Given that the prognosis of this type of patients depends much more on the characteristics of the accident and the initial resuscitation than on the type of measures that can be taken after the accident in the PICU, it is necessary to facilitate preventive and resuscitation measures.<sup>8-12</sup>

In the present study, the risk of a serious drowning incident per day of stay in the community was 14.12 times higher for a tourist child than for a resident child. This higher risk has already been described in a previous review<sup>13</sup> and could be because during their stay, these children were close to water bodies (mainly the sea and swimming pools) for more hours a day than resident children, that family supervision could be more relaxed during

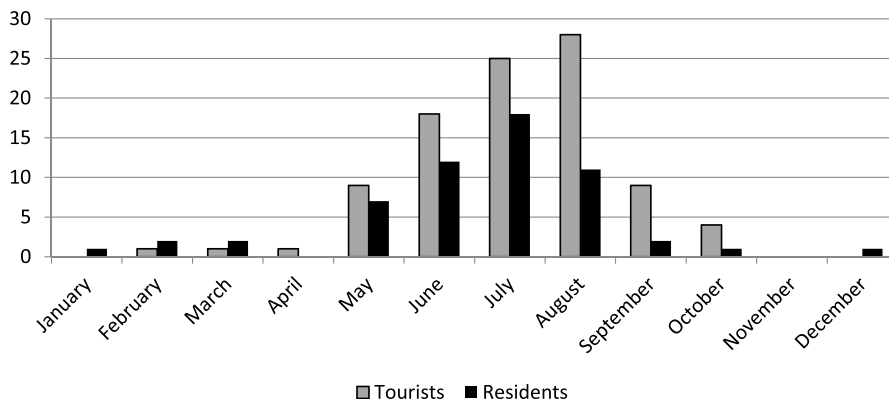


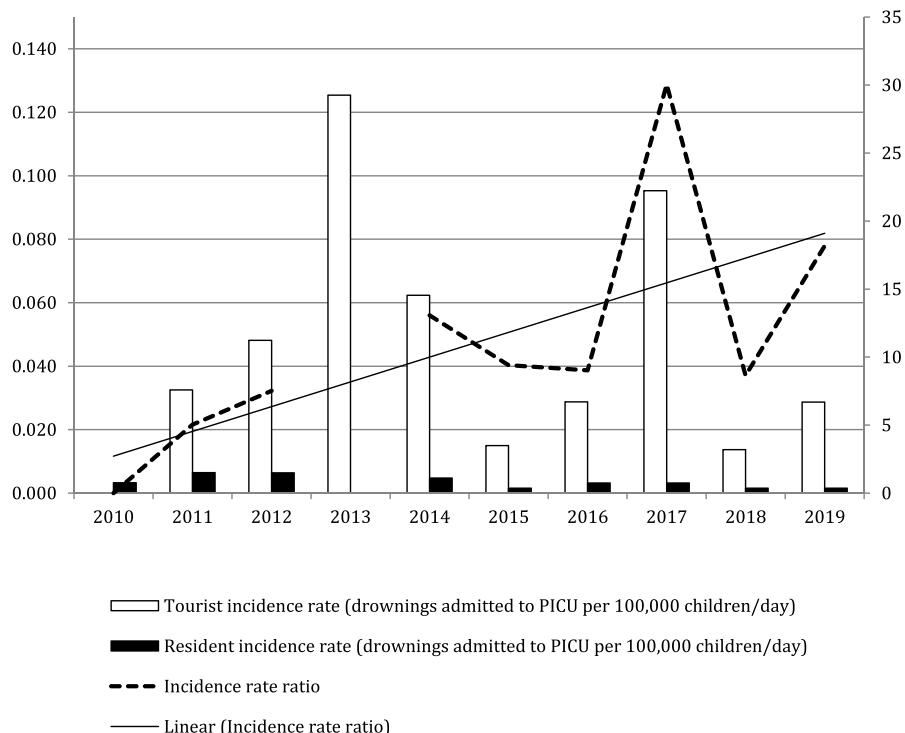
FIGURE 2. Distribution by the month of admission to the PICU after drowning according to residency.

**TABLE 2.** PICU Admissions of Tourist Versus Resident Children After Drowning

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Tourist children	883,724	957,568	972,211	1,004,833	1,041,386	1,079,244	1,169,881	1,258,259	1,275,223	1,266,934
Days of stay per child	6.420	6.420	6.410	6.350	6.160	6.180	5.940	5.840	5.730	5.500
Children/day/100,000	56.735	61.476	62.319	63.807	64.149	66.697	69.491	73.482	73.070	69.681
Annual number of drownings	0	2	3	8	4	1	2	7	1	2
Drowning/million	0	2.089	3.086	7.962	3.841	0.927	1.710	5.563	0.784	1.579
Tourist incidence rate (drowning per 100,000 children/day)	0	0.033	0.048	0.125	0.062	0.015	0.029	0.095	0.014	0.029
Drownings per 100,000 tourist children/year	16.4									
Resident children	167,630	169,412	171,308	171,905	172,250	171,848	172,058	172,796	172,990	173,497
Days of stay per child	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
Children/day/100,000	611.850	618.354	625.274	627.453	628.713	627.245	628.012	630.705	631.414	633.264
Annual number of drownings	2	4	4	0	3	1	2	2	1	1
Drowning/million	11.931	23.611	23.350	0	17.417	5.819	11.624	11.574	5.781	5.764
Resident incidence rate (drowning per 100,000 children/day)	0.003	0.006	0.006	0	0.005	0.002	0.003	0.003	0.002	0.002
Drownings per 100,000 resident children/year	1.1									
Ratio of the annual incidence rate	0	5.029	7.525	—	13.068	9.404	9.037	30.041	8.641	18.176
Overall ratio of the incidence rate	14.12									

leisure periods, and that swimming skills may be lower in tourist children than in the local population (as the age difference between drowned tourists and residents seems to suggest). The median age was higher in child tourists than in residents. This could be because, in general, resident children receive swimming lessons earlier than tourist children, and older children already know how to swim. The age range with the highest frequency of severe drowning incidents was between 1 and 5 years, in both tourists and

residents. The literature describes 2 main risk groups: infants/children younger than 5 years and adolescents (due to their risk behavior).<sup>7,8,14-17</sup> In our study, patients older than 15 years were not included; thus, the most frequently admitted group comprised children younger than 5 years. These data corroborate what has already been described in previous studies. Residents may be more aware of the risks associated with water by living in an area where water recreation is very common because of climate and geography.



**FIGURE 3.** Incidence rates of drownings requiring admission to the PICU of tourist and resident children from 2010 to 2019 (per 100,000 children/day) and incidence rate ratio of tourist children to resident children.



Besides, resident children spend most of their days in the community and perform routine activities without access to the sea or pools in an unsupervised manner, so exposure to the risk of drowning is lower.<sup>6,7,13,14,18,19</sup>

Similar to the findings from all previous reviews, there was a clear predominance of males, with an even higher percentage than previously described in studies from Spain (in our study, we recorded 75% of males, whereas 64.2% were described in the last review of pediatric emergencies in our country).<sup>20</sup>

There is also a clear seasonal predominance of the summer period. It is during this time, when the ambient temperature invites bathing, that the tourist population increases the most, and there is more access to pools and the sea, thereby increasing the risk exposure. Outside the summer period, drownings were more frequent in residents, especially in private pools and without surveillance, that is, when the child escapes from family supervision and accidentally falls into the water.

Even though the community is surrounded by sea, swimming pools were the most frequent drowning sites. This could be because when children bathe in the sea, they are usually accompanied by adults, whereas when they do so in pools, supervision could be more relaxed because of lower-risk perception. Therefore, the fundamental location for improving preventive measures should be swimming pools.

In our study, most children drowned while not being adequately supervised. Only one case had a drowning accident while being adequately supervised, requiring CPR and experiencing a poor outcome. Adequate supervision has proven to be the most efficient preventive measure to avoid drowning accidents or, in case they occur, they are less serious, probably because they are associated with immediate intervention and shorter immersion time. Supervision should be constant, close, and done by an adult who knows how to swim and has the capacity to perform a rescue.<sup>6,20</sup> The mandatory presence of lifeguards on beaches or in public pools should not delegate the necessary family supervision to the lifeguard.<sup>14</sup> Children's flotation systems are not completely safe and can give the child and caregivers a false sense of security, distracting them from proper supervision.<sup>21,22</sup> Fences that make it difficult for children to access the pool provide maximum benefit at times when the pool is not being watched.<sup>6,23-25</sup> In Spain, barriers are not compulsory yet for private or community pools. In the present study, the influence of both factors (flotation systems and fences) could not be analyzed.

The teaching of basic notions of swimming takes on special importance in populations with easy access to water. Of the patients analyzed in our series, 74.2% did not know how to swim properly. In our analysis, the median age was lower for resident children than for tourist children, probably because of higher awareness in the local population about the danger of drowning, thus favoring the acquisition of swimming skills at an earlier age. Learning to swim at the age of 1 to 4 years could reduce the rate of drowning, although

the skills acquired are not a substitute for adequate supervision, and this is the age group in which most serious accidents occur.<sup>6,15,23</sup>

The recommendations worldwide are to develop basic swimming programs that are widespread, especially for children aged 4 to 6 years (the age at which one acquires the maturity and neuromuscular coordination necessary for proper swimming). These programs should include water safety training, rescue skills, and knowledge of and attitude toward open water.<sup>14,16,24</sup> In our community, it is common to start swimming lessons during the first years of life, being offered as a complementary activity in many schools, although not in all of them and not compulsory. There are also swimming initiation courses, both public and private, focused on infants younger than 1 year. Although no evidence has been found, it is possible that this makes the local population more aware of drowning hazards than the general tourist population and that skills are generally higher compared with children of the same age. In drowning patients who do know how to swim properly, it is important to rule out other possible causes of drowning; in our series, these drownings were associated with risky activities, trauma, seizures, or arrhythmias.

It would also be advisable for the general population to be correctly trained in basic CPR as the delay until the start of the initial resuscitation maneuvers in a patient in cardiorespiratory arrest worsens the prognosis.<sup>9,20</sup> In our series, nearly half of the analyzed patients could have received better initial assistance from witnesses. It is particularly important to provide basic CPR courses for parents, as well as owners or habitual users of swimming pools. Given that many times, the witnesses of the accident and possible rescuers are other children, it would be convenient to teach resuscitation techniques to the child population, with the current recommendations of the European Resuscitation Council being to perform it around the age of 12 years (an age that may already allow performing effective chest compression) or even earlier.<sup>8,14,17</sup>

Our results show that it is necessary to make the population aware of the danger of drowning, probably with campaigns focusing on the tourist sector, of adequate child surveillance, especially in swimming pools, and of risk behaviors in older children. In addition, pediatricians should make families aware of the dangers of drowning and inform them of all these preventive measures<sup>6,14</sup> (Table 3).

Our study has the limitations that it was not possible to enroll patients who had a drowning incident and improved after initial resuscitation enough to not require admission to the PICU; those who, because of their age, were admitted to an adult intensive care unit; or those who, because of their severity, had died before hospital admission. Therefore, our results may be only the tip of the iceberg of drowning in the examined environment.

In this study, a prospective cohort of patients was grouped with a retrospective one. Because they were admitted to an intensive care unit, data were collected systematically in graphic and medical records, so few data about patients from the retrospective

**TABLE 3.** Prevention Strategies Summary (According to WHO Recommendations)

Education	Engineering	Enforcement
Close supervision by parent or caregiver in addition to lifeguards	Pool fencing	Presence of lifeguards in public pools and beaches when required
Teaching swimming and improving skills		Mandatory basic CPR training for general population
Recognition of hazards, focusing on the tourist sector, in swimming pools		Pool fencing laws
Avoiding risk behaviors		
Train the general population in safe rescue and basic CPR		

WHO, World Health Organization.

group were lost (<10% in every category). Retrospective and prospective groups were also compared to check that both groups were similar and no significant differences were found between both periods. This allows for analysis of a greater number of patients by minimizing the potential of error in analyzed variables.

## CONCLUSIONS

In our environment, severe drowning in children younger than 15 years occurred mainly in young children (1–5 years of age) who did not know how to swim, who escaped family supervision, in public swimming pools, during the summer months, mainly affected the tourist population, and many of them were not adequately resuscitated by the witness. The most useful measure to avoid serious drownings in our environment should be to raise awareness among the population (especially in our case, the tourist population, in swimming pools) about adequate supervision by an adult who knows how to swim and has the capacity to perform a rescue. Other measures that could be optimized in our environment are to develop swimming training programs for children and to train the general population in safe rescue and basic CPR.

## REFERENCES

- Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre los Ahogamientos por sumersión. 2014. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/global-report-on-drowning-preventing-a-leading-killer>. Accessed October 4, 2020.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). Defunciones según la causa de muerte. 2018. Available at: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=7947>. Accessed July 3, 2019.
- Idris AH, Berg RA, Bierens J, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning: the “Utstein style”. *Circulation*. 2003; 108:2565–2574.
- Instituto de Estadística de las Islas Baleares (IBESTAT). Viajeros entrados por año e isla. 2018. Available at: [https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/614884d6-737a-401d-a8c3-a35519b8fec9/2656571e-4f0e-4147-a104-43a809fa20e4/es/I208012\\_ia30.px](https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/614884d6-737a-401d-a8c3-a35519b8fec9/2656571e-4f0e-4147-a104-43a809fa20e4/es/I208012_ia30.px). Accessed December 18, 2020.
- Hof A, Morán-Tejeda E, Lorenzo-Lacruz J, et al. Swimming pool evaporative water loss and water use in the Balearic Islands (Spain). *Water*. 2018;10:1883.
- Denny SA, Quan L, Gilchrist J, et al. Council on Injury, Violence, and Poison Prevention. Prevention of drowning. *Pediatrics*. 2019; 143:e20190850.
- Weiss J, American Academy of Pediatrics Committee on Injury, Violence, and Poison Prevention. Prevention of drowning. *Pediatrics*. 2010;126: e253–e262.
- Truhlář A, Deakin CD, Soar J, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2015;95:148–201.
- Salas Ballestín A, de Carlos Vicente JC, Frontera Juan G, et al. Prognostic factors of children admitted to a pediatric intensive care unit after an episode of drowning. *Pediatr Emerg Care*. 2021;37:e192–e195. Available at: <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001554>. Accessed November 18, 2021.
- Blasco Alonso J, Moreno Pérez D, Milano Manso G, et al. Drowning in pediatric patients. *An Pediatr (Barc)*. 2005;62:20–24.
- Mtaweh H, Kochanek PM, Carcillo JA, et al. Patterns of multiorgan dysfunction after pediatric drowning. *Resuscitation*. 2015;90:91–96.
- Szpilman D, Tipton M, Sempsrott J, et al. Drowning timeline: a new systematic model of the drowning process. *Am J Emerg Med*. 2016;34: 2224–2226.
- Navarra A, Connolly J. Recreation and tourism. In: Bierens JJLM, ed. *Drowning*. 2nd ed. Berlin/Heidelberg: Springer; 2014:231–238.
- Organización Mundial de la Salud. Prevenir los ahogamientos: guía práctica. 2017. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259488/9789243511931-spa.pdf?sequence=1>. Accessed October 4, 2020.
- Brenner RA, Taneja GS, Haynie DL, et al. Association between swimming lessons and drowning in childhood: a case-control study. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163:203–210.
- Mecrow TS, Linnan M, Rahman A, et al. Does teaching children to swim increase exposure to water or risk-taking when in the water? Emerging evidence from Bangladesh. *Inj Prev*. 2015;21:185–188.
- Greif R, Lockey AS, Conaghan P, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 10. Education and implementation of resuscitation. *Resuscitation*. 2015;95:288–301.
- Linnan M, Bennett E. Future research questions. In: Bierens JJLM, ed. *Drowning*. 2nd ed. Berlin/Heidelberg: Springer; 2014:269–271.
- Quan L. Risk factors for drowning: Culture and ethnicity. In: Bierens JJLM, ed. *Drowning*. 2nd ed. Berlin/Heidelberg: Springer; 2014:127–130.
- Panzino F, Quintillá JM, Luaces C, et al. Unintentional drowning by immersion. Epidemiological profile of victims attended in 21 Spanish emergency departments. *An Pediatr (Barc)*. 2013;78:178–184.
- Cordovil R, Barreiros J, Vieira F, et al. The efficacy of safety barriers for children: absolute efficacy, time to cross and action modes in children between 19 and 75 months. *Int J Inj Contr Saf Promot*. 2009;16:143–151.
- Caprotta G. Ahogamiento. In: Casado Flores J, Serrano A, eds. *Urgencias y tratamiento del niño grave*. 3rd ed. Madrid, Spain: Ergon; 2015:912–915.
- Rubio B, Yagüe F, Benítez MT, et al. Comité de Seguridad y Prevención de Lesiones No Intencionadas en la Infancia de la Asociación Española de Pediatría. Recommendations for the prevention of drowning. *An Pediatr (Barc)*. 2015;82:43.e1–43.e5.
- Wallis BA, Watt K, Franklin RC, et al. Interventions associated with drowning prevention in children and adolescents: systematic literature review. *Inj Prev*. 2015;21:195–204.
- Rahman F, Bose S, Linnan M, et al. Cost-effectiveness of an injury and drowning prevention program in Bangladesh. *Pediatrics*. 2012;130: e1621–e1628.

# Ahogamiento

Alberto Salas Ballestín<sup>(1)</sup>, Rosalía Pérez Hernández<sup>(2)</sup>, Daniel Palanca Arias<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Hospital Universitario Son Espases. Palma de Mallorca

<sup>(2)</sup>UCIP. Hospital Universitario de Canarias. Tenerife

<sup>(3)</sup>UCIP. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza

Salas Ballestín A, Pérez Hernández R, Palanca Arias D. Ahogamiento. Protoc diagn ter pediatr. 2021;1:xx-xx.



## RESUMEN

En el ahogamiento se produce un deterioro respiratorio primario tras la inmersión en el medio líquido, seguido de obstrucción de la respiración por laringoespasm o aspiración de agua, que puede conducir a hipercapnia, hipoxemia y parada cardiorrespiratoria (PCR). La incidencia es mayor en menores de 4-7 años y adolescentes. En la reanimación inicial es fundamental la estabilización de vía aérea, con ventilación adecuada y oxigenación precoz. Cuando se sospecha traumatismo debe inmovilizarse la columna cervical. Durante la estabilización pueden ser necesarias la expansión de volemia, drogas vasoactivas, corrección de alteraciones hidroelectrolíticas y el tratamiento de convulsiones. Debe recalentarse a aquellos pacientes hipotérmicos. La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) puede ser útil en PCR refractarias. El pronóstico depende del tiempo de inmersión-hipoxemia y puede ser estimado según el tipo de reanimación cardiopulmonar (RCP) precisado.

**Palabras clave:** ahogamiento; parada cardiorrespiratoria; reanimación cardiopulmonar; politraumatismo.

## Drowning

### ABSTRACT

In drowning, primary respiratory deterioration occurs after immersion in the liquid medium, followed by obstruction of breathing by laryngospasm or water aspiration, which can lead to hypercapnia, hypoxemia and CPR. The incidence is higher in children under 4-7 years and adolescents. In initial resuscitation, airway stabilization is essential, with adequate ventilation and early oxygenation. When trauma is suspected, the cervical spine should be immobilized. During stabilization, expansion of blood volume, vasoactive drugs, correction of hydroelectrolyte

disturbances and treatment of seizures may be necessary. Hypothermic patients should be reheated. ECMO may be useful in refractory arrest. The prognosis depends on the immersion-hypoxemia time and can be estimated according to the type of CPR required.

**Key words:** drowning; cardiac arrest; cardiopulmonary resuscitation; polytrauma.

## 1. DEFINICIÓN Y FISIOPATOLOGÍA

Se denomina ahogamiento al “proceso de sufrir insuficiencia respiratoria tras un episodio de sumersión o inmersión en un medio líquido”<sup>1,2</sup>. Esta definición fue consensuada por un comité de expertos reunidos en Ámsterdam en junio de 2002, en el primer Congreso Mundial de Ahogamientos (World Congress on Drowning).

Se considera el ahogamiento “un proceso continuo, comenzando cuando la vía aérea se encuentra por debajo de un medio líquido, habitualmente agua. Esto induce una cascada de reflejos y cambios fisiopatológicos que si no se interrumpen pueden llevar a la muerte por hipoxia tisular”<sup>1</sup>. Se produce un deterioro respiratorio primario, debido a inmersión en el medio líquido, seguido de obstrucción de la respiración espontánea, por laringoespasma involuntario o por aspiración de agua, que conduce a hipercapnia, hipoxemia y, si se prolonga, parada respiratoria o cardiorrespiratoria.

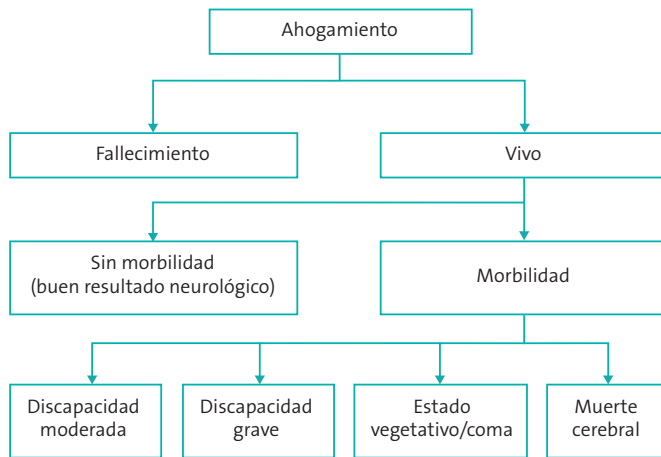
Durante décadas se utilizaron términos como casi ahogamiento (referido a ahogamiento con supervivencia a las 24 horas del evento) o ahogamiento seco (referido a ahogamientos en los que no se había producido aspiración de líquido). Estos términos fueron desechados para evitar confusiones, no subestimar el problema y ajustar la definición al estilo Utstein<sup>1,3,4</sup>.

Algunos términos que tampoco deben utilizarse son ahogamiento “activo”, “pasivo”, “silencioso”, “secundario” o “tardío”. Los síntomas respiratorios producidos tras un episodio de ahogamiento son prácticamente siempre inmediatos. Aquellos síntomas que aparecen a partir de las 8 horas del evento, sin haber existido dificultad respiratoria inicial, deben ser investigados como originados por otra patología distinta del ahogamiento primario, como neumotórax espontáneo, neumonitis química, neumonía (viral o bacteriana) o traumatismos (torácico o craneoencefálico)<sup>4,6</sup>.

Los ahogamientos deben describirse como *fa-tales* o *no fatales* y los resultados se clasifican como *muerte*, *morbilidad* o *ausencia de morbilidad*<sup>1,2</sup>.

Otros términos utilizados para describir este tipo de accidentes han sido *inmersión* o *sumersión*. Ambos tienen un significado equivalente en nuestro idioma. Sin embargo, en la literatura anglosajona, la sumersión se refiere al evento en el que la cabeza está debajo del agua o cubierta por agua (produciéndose inicialmente el cierre reflejo de la vía aérea superior, posteriormente la aspiración de agua y el vómito), mientras que inmersión hace referencia a que una parte del cuerpo queda sumergida en el agua provocando disminución de la temperatura cutánea y corporal con *shock* frío, incapacidad

**Figura 1.** Algoritmo para describir la evolución de un paciente tras un ahogamiento



Adaptado de: Idris *et al.* 2017. coma, con caja baja inicial

física e hipovolemia relativa, como precursores del colapso y la sumersión. También puede ocurrir que la cabeza quede sobre el agua, en ocasiones porque la víctima lleva un chaleco salvavidas, y se verá afectada por hipotermia, además de producirse la entrada de agua en vía aérea por las salpicaduras estando el paciente muchas veces inconsciente<sup>4,7,8</sup>.

## 2. EPIDEMIOLOGÍA

Los ahogamientos son la segunda causa de mortalidad por accidentes en niños y de daño cerebral en adolescentes. Son más frecuentes en el sexo masculino. Se registran dos picos de incidencia: en menores de 4-7 años y en la adolescencia. La mayoría se producen en agua dulce, especialmente en piscinas. Cuando se producen en el domicilio, en los lactantes y recién nacidos, los tiempos de inmersión pueden ser mayores con lo que el resultado neurológico puede ser peor. La falta de supervisión en los más pequeños y las caídas o actividades de

riesgo en los mayores son las dos causas fundamentales. Es conveniente descartar desencadenantes como ingesta de alcohol o drogas, o suicidios en adolescentes. Se deben tener en cuenta comorbilidades: arritmias como canalopatías (síndrome de QT largo), autismo o convulsiones<sup>9,10</sup>, así como otras menos frecuentes (depresión, hipoglucemia, hipotermia, enfermedad cardíaca).

## 3. REANIMACIÓN, ESTABILIZACIÓN Y TRANSPORTE

### 3.1. Seguridad

Se debe intentar rescatar al niño sin entrar en el agua. Si es esencial entrar en el agua debe utilizarse, si es posible, salvavidas, y evitar sumergir la cabeza durante el rescate. Se debe sacar a la víctima del agua en posición horizontal, en la medida de lo posible, para evitar la hipotensión y el colapso cardiovascular, pero sin demorar por ello el rescate.

### 3.2. Soporte vital básico

Tras el rescate se debe posicionar a la víctima, fuera del lugar de peligro, con la cabeza y los pies al mismo nivel (en el mar de forma paralela a la línea de costa). Si la víctima tiene respiración espontánea eficaz se debe considerar la administración de oxígeno, si este está disponible, a ser posible con una mascarilla con reservorio con flujo de oxígeno de 10-15 lpm. El soporte vital básico a un ahogado en parada respiratoria se basa en la apertura de vía aérea y ventilación boca a boca con 5 ventilaciones de rescate (boca a boca o si se dispone de forma instrumentalizada con mascarilla y bolsa autoinflable). No se debe intentar drenar el agua de los pulmones sin haber iniciado las respiraciones de rescate. La respiración agónica o *gasping* debe considerarse a efectos prácticos como una parada respiratoria. Si se asocia parada cardíaca hay que añadir compresiones torácicas externas de forma coordinada con una frecuencia de 30 compresiones por cada 2 ventilaciones si solamente está presente un reanimador o 15:2 si hay dos reanimadores (sanitarios). Realizar solamente compresiones torácicas no se considera adecuado ya que la causa inicial de la parada es la insuficiencia respiratoria<sup>9-12</sup>.

En las víctimas de ahogamientos habitualmente la parada respiratoria inicial provoca bradicardia transitoria antes de la parada cardíaca con ritmo de asistolia. La sola recuperación de la hipoxemia mediante ventilación puede producir recuperación de la parada en algunas ocasiones. Cada ventilación debe durar en torno a 1 segundo, con la expansión torácica suficiente y puede ser de mayor dificultad que en otras circunstancias por un aumento de resistencia de la vía aérea. Además puede distenderse el estómago favoreciendo las regurgitaciones y

dificultando el gasto cardíaco. Si se dispone de mascarilla y bolsa autoinflable, deben utilizarse. Debe administrarse oxígeno lo antes posible y con el dispositivo que ofrezca la mayor concentración<sup>7,13</sup>.

En ocasiones puede haber gran cantidad de espuma en la vía aérea, producto del agua ingerida mezclada con el aire insuflado. El estómago suele estar dilatado si se ha ingerido gran cantidad de agua por lo que es frecuente la regurgitación o el vómito de contenido gástrico. La realización de la maniobra de Sellick para evitar aspiraciones es controvertida por la posibilidad de que se produzca un vómito durante la reanimación. Puede ser útil la colocación de una sonda nasogástrica u orogástrica para prevenirlas, aunque este procedimiento no debe demorar las maniobras de reanimación. No deben hacerse maniobras para provocar el vómito ni la salida de agua, ya que suelen ser inefectivas y retrasan el inicio de la ventilación. Si la ventilación espontánea es adecuada y no se sospecha lesión medular, puede colocarse a la víctima en posición lateral de seguridad para permitir que salga el agua ingerida, incluso puede aspirarse con una sonda si se dispone de ella<sup>7,12</sup>.

Se realizará inmovilización de la columna cervical si se sospecha traumatismo (accidente de alta energía, zambullida o caída desde altura elevada) o si se desconoce la causa del ahogamiento, ya que en la mayoría de ahogamientos no existe lesión medular. Las zambullidas de cabeza causan más del 70% de todas las lesiones medulares relacionadas con actividades acuáticas<sup>7,14,15</sup>.

Si se dispone de un desfibrilador semiautomático (DESA) se debe considerar su colocación tras haber realizado un minuto de RCP de calidad y

seguir sus instrucciones, secando primero a la víctima para evitar accidentes en la conducción de la corriente eléctrica. Su uso no debe retrasar el inicio de las maniobras de ventilación y la realización de compresiones torácicas de calidad, ya que la mayoría de las paradas cardíacas en niños son secundarias a la hipoxia. Típicamente, el ritmo cardíaco tras un ahogamiento es de taquicardia sinusal, seguido de bradicardia, terminando en asistolia, pero hay un pequeño porcentaje (en adultos, menos de un 10%) de pacientes con fibrilación ventricular, o con otra arritmia que pueda haber ocasionado el accidente, que podrían beneficiarse de esta terapia. Hay que tener en cuenta que la administración de descargas sobre un miocardio hipóxico probablemente será inefectiva si no se administra ventilación y oxigenación al paciente de forma concomitante. Si la temperatura corporal es inferior a 30 °C y el ritmo es desfibrilable, debe limitarse el número de descargas a tres intentos hasta que la temperatura sea superior a 30 °C. En caso de hipotermia <30 °C la administración de fármacos debe retrasarse hasta alcanzar los 30 °C y posteriormente administrarse a intervalos del doble de tiempo del habitual (6-10 minutos) hasta alcanzar los 35 °C<sup>7,13</sup>.

### 3.3. Soporte vital avanzado

Se basa principalmente en asegurar la vía aérea, adecuar la oxigenación, estabilizar hemodinámicamente, realizar descompresión gástrica y aislar térmicamente.

#### 3.3.1. Vía aérea

En aquellos pacientes en los que las medidas de soporte vital básico han resultado insuficientes, que continúan sin respiración espontánea eficaz y que precisan ventilación con

maskarilla y bolsa autoinflable o permanecen inconscientes, debe considerarse la intubación orotraqueal precoz y control de la ventilación. Es posible que se necesite aspiración de la vía aérea superior por el agua ingerida y el edema pulmonar existente.

Está indicada la intubación si:

- Vía aérea no sostenible.
- PaO<sub>2</sub> <60mmHg o SatO<sub>2</sub> <90% o PaCO<sub>2</sub> >50mmHg, a pesar de oxigenoterapia de alto flujo o VNI.
- Glasgow ≤9/15.
- Duda de la estabilidad durante traslado terrestre prolongado o aéreo.

#### 3.3.2. Respiración

En niños con SatO<sub>2</sub> >95% sin necesidad de oxigenoterapia y con auscultación normal puede considerarse la observación en Urgencias durante 4-6 horas y posteriormente el alta a domicilio.

Si existe insuficiencia respiratoria, una vez que se ha aislado y controlado la vía aérea, el objetivo de saturación de oxígeno es de 94-98%, si es posible confirmado mediante gasometría arterial, ya que la saturación de oxígeno puede no ser precisa por vasoconstricción. La presión positiva al final de la espiración (PEEP) inicial habitual es de 5-10 cm H<sub>2</sub>O, aunque en pacientes muy hipoxémicos puede necesitarse PEEP incluso superior. Debe colocarse una sonda nasogástrica para descomprimir el estómago<sup>7</sup>.

En pacientes en los que no es necesaria la intubación hay que considerar si pueden bene-

ficiarse de ventilación no invasiva con CPAP o BIPAP, teniendo en cuenta el riesgo aumentado de vómitos. Habitualmente el tiempo para regenerar el surfactante suele ser de 2-4 días, por lo que debe considerarse mantener mientras tanto la asistencia respiratoria<sup>12</sup>.

### 3.3.3. Circulación

Para confirmar si existe parada cardiaca asociada se recomienda utilizar, además de la palpación de pulso, otros métodos como la capnografía espirada (ETCO<sub>2</sub>), el trazado electrocardiográfico o la ecocardiografía. Se debe valorar la administración de una expansión de volumen (habitualmente con cristaloides) intravenosa, de forma precoz, si existe hipovolemia efectiva tras una inmersión prolongada, debido a la vasodilatación que se produce al cesar la presión hidrostática del agua. En circunstancias normales (ahogamientos en aguas con temperatura por debajo de los 35 °C, punto termoneutral) también se favorece la bradicardia. Con temperatura corporal por debajo de 30 °C las drogas antiarrítmicas suelen ser inefectivas<sup>7,8,12</sup>.

Se asocia un aumento de la congestión vascular pulmonar y central. El descenso de la contractilidad miocárdica, junto al aumento de las resistencias vasculares sistémicas, causa una disminución del gasto cardiaco. En el electrocardiograma (ECG) puede apreciarse la onda J de Osborn, característica de hipotermia, cerca del QRS.

### 3.3.4. Neurológico

Las maniobras de reanimación avanzada deben continuarse hasta que se recupere el pulso y la ventilación adecuada o hasta que se consideren fútiles (si existen signos de muerte

evidente como livideces, *rigor mortis*, lesiones traumáticas masivas) o el tiempo de reanimación sea muy prolongado. No hay consenso en la literatura, pero parece que reanimaciones prolongadas más de 30 minutos obtienen resultados neurológicos muy malos (solo hay descritos algunos casos de supervivencia en aguas heladas sin resultado neurológico claro a largo plazo)<sup>7,16</sup>. Hay que tener en cuenta que, aunque se sospeche mal pronóstico neurológico, se trata de potenciales donantes de órganos, por lo que es importante adecuar las medidas terapéuticas a esta situación.

### 3.3.5. Exposición

Si el paciente se encuentra hipotérmico hay que recalentarlo (evitando ser agresivos), sobre todo si existe afectación hemodinámica o coagulopatía. El recalentamiento puede inducir vasodilatación periférica y alteración del gasto cardiaco.

- Hipotermia leve (>34 °C): recalentamiento pasivo, con medios físicos como mantas.
- Hipotermia moderada (30-34 °C): recalentamiento activo con mantas calefactoras, aire caliente o fluidos iv calientes (en torno a 36 °C).
- Hipotermia grave (<30 °C): además de las medidas previas habría que considerar otras como lavados peritoneales, vesicales o ECMO.

## 3.4. Transporte

Los pacientes que han sufrido un ahogamiento grave, tras su reanimación y estabilización inicial, deberían ser trasladados de forma idónea a una Unidad de Cuidados Intensivos es-



pecializada. Deben trasladarse con el sistema de inmovilización adecuado (habitualmente colchón de vacío y, si se sospecha lesión cervical, con collarín e inmovilizadores laterales). Si no se ha intubado previamente al paciente, debe considerarse en este momento si se prevé inestabilidad respiratoria o hemodinámica durante el traslado. Si existe un neumotórax debido a la reanimación, debe drenarse antes de un transporte aéreo.

## 4. CUIDADOS EN UCIP

### 4.1. Anamnesis

Para documentar los datos del accidente deben seguirse el estilo de las guías Utstein<sup>17,18</sup>, con registro e información de la resucitación de la parada cardiaca y tiempo transcurrido hasta el rescate. Se debe preguntar además cómo se produjo el ahogamiento, el tipo de agua (dulce o salada) y descartar comorbilidades.

### 4.2. Respiratorio

En los cuidados posresucitación, los pacientes ahogados tienen probabilidad de desarrollar síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), por el lavado y la pérdida de surfactante, con desarrollo de atelectasias, condensaciones o *shunt* intrapulmonar, por lo que se recomiendan estrategias de protección pulmonar para controlar la ventilación.

No está recomendada, según la evidencia actual, la administración de surfactante exógeno en estos pacientes. También puede desarrollarse neumotórax debido a las maniobras de reanimación, que debe tratarse con las medidas habituales. Si se produce broncoespasmo

por irritación bronquial se puede utilizar salbutamol inhalado. En las siguientes horas al ahogamiento, habitualmente durante las primeras 6 horas, puede desarrollarse edema agudo de pulmón, que habitualmente se ha tratado con diuréticos como la furosemida (aunque no se ha encontrado evidencia sobre su utilidad) y ventilación con presión positiva (VM o VNI), en la que el uso de una PEEP o una CPAP adecuadas es fundamental.

La radiografía de tórax es una exploración diagnóstica habitual y debe realizarse si existe insuficiencia respiratoria. La ecografía torácica también puede ser útil para confirmar el diagnóstico de neumotórax o los distintos patrones de afectación pulmonar (ver protocolo SECIP de diagnóstico por ecografía de la insuficiencia respiratoria aguda en Pediatría).

### 4.3. Hemodinámico

Los fluidos intravenosos a administrar inicialmente para expandir la volemia suelen ser cristaloides. En pacientes con fallo multiorgánico es posible que sea preciso el inicio de drogas inotrópicas o vasoactivas (adaptar en función del tipo de *shock*, habitualmente la adrenalina en perfusión es una buena opción). No se han evaluado de forma suficiente los resultados de los pacientes asistidos con ECMO tras una parada cardiorrespiratoria refractaria debida a ahogamiento, pero hay casos descritos con buena evolución y puede ser una alternativa<sup>7,19</sup>.

Para valorar la afectación hemodinámica debe contabilizarse la diuresis, monitorizar la presión venosa central (PVC) y la tensión arterial (TA), y valorar pH, bicarbonato, exceso de base, ácido láctico y la SatO<sub>2</sub> venosa central en la gasometría. En la analítica sanguínea deben

solicitarse parámetros de afectación miocárdica, como troponinas. La ecocardiografía a pie de cama puede ser útil para valorar el gasto cardiaco y la respuesta a la administración de líquidos. Hay que realizar un ECG en pacientes en los que se sospeche que una arritmia pueda haber desencadenado el ahogamiento.

#### 4.4. Infeccioso

Es frecuente el desarrollo de neumonía tras el ahogamiento. Sin embargo, la antibioterapia profiláctica no ha demostrado mejorar el pronóstico y no se recomienda (salvo en ahogamientos en aguas muy contaminadas); solo debe iniciarse si existen signos clínicos o analíticos de infección y, si es posible, tras haber tomado muestras de cultivos respiratorios y sanguíneos<sup>7</sup>. Los antibióticos empleados deben ser de amplio espectro, aunque no está descrito de forma clara en la literatura el tipo de gérmenes más frecuentes en esta patología ya que pueden depender de las condiciones del agua. Se deben cubrir, entre otros, *Aeromonas*, *Pseudomonas* y *Proteus*. Pueden utilizarse cefalosporinas de 3.<sup>a</sup> o 4.<sup>a</sup> generación + aminoglucósido o piperacilina-tazobactam. Si hay aspiración de vómito, se puede valorar amoxicilina-clavulánico. Deben extraerse cultivos de aspirado traqueal en pacientes intubados, si es posible previamente al inicio del tratamiento antibiótico.

#### 4.5. Metabólico

No suele haber grandes diferencias hidroelectrolíticas entre los ahogados en agua dulce o en agua salada, ni tampoco suele existir repercusión clínica<sup>7</sup>. Hay que descartar tanto hipo como hiperglucemias y corregir alteraciones hidroelectrolíticas si se producen. Sí suele asociarse acidosis metabólica.

#### 4.6. Neurológico

El sistema nervioso central (SNC) es el órgano más sensible a las secuelas. La anoxia y la isquemia producen edema cerebral por lesión celular con aumento de la presión intracraneal. Hay que considerar la posibilidad de traumatismo concomitante.

El resultado neurológico está condicionado mayoritariamente por el tiempo de hipoxia. No se ha conseguido mejoría de resultados con intervenciones como monitorizar la presión intracraneal (PIC), la hiperventilación, la relajación neuromuscular, la restricción hídrica o la administración de barbitúricos o corticoides, por lo que estas medidas no se recomiendan<sup>7,20</sup>. En la valoración inicial deben registrarse al menos la puntuación en la escala de coma de Glasgow y el estado de las pupilas. Además, pueden aparecer convulsiones. En la literatura no se evidencia la superioridad de un fármaco sobre otro y suelen utilizarse inicialmente benzodiazepinas (midazolam). Podrían ser buenas alternativas la fenitoína o el levetiracetam, de uso extendido en el trauma craneal debido a su efecto no sedante, para obtener un mejor control neurológico. Se debe evitar la succinilcolina por riesgo de hiperpotasemia.

La cabecera de la cama debe elevarse a 30°. Se debe mantener glucemia normal y en pacientes con signos de hipertensión intracraneal aplicar medidas similares al traumatismo craneoencefálico (TCE). Se debe evitar la hipertermia, que aumenta demandas metabólicas cerebrales y baja el umbral de convulsiones.

Para valorar la afectación neurológica en un paciente intubado tras una RCP hay que realizar un TC craneal, pero habitualmente no es

urgente realizarlo en las primeras horas, ya que deben priorizarse las maniobras de estabilización. Si se sospecha una crisis convulsiva como causa del ahogamiento, debe realizarse un electroencefalograma (EEG) y, en pacientes en coma, es recomendable la monitorización mediante EEG continuo para caracterizar los episodios paroxísticos de movimientos anormales o detectar crisis subclínicas. El eco-Doppler transcraneal a pie de cama también puede ser útil para la valoración de la circulación cerebral, los patrones que presenta y su evolución. Para evaluar resultados a largo plazo pueden realizarse pruebas funcionales como potenciales evocados del tronco cerebral (PEAT). La resonancia magnética (RM) aporta más datos sobre la hipoxia-isquemia cerebral<sup>10</sup>.

#### 4.7 Otros

La trombocitopenia por supresión de médula ósea y secuestro esplénico y la disfunción plaquetaria son comunes. La lesión renal puede ocurrir debido a hipotermia o durante el proceso de recalentamiento. La vasoconstricción renal y la isquemia en el riñón pueden conducir a oliguria y necrosis tubular aguda<sup>21</sup>.

### 5. PRONÓSTICO

Los resultados neurológicos en los supervivientes de ahogamientos siguen, en general, una distribución bimodal. Los dos resultados más frecuentes entre los supervivientes son la recuperación completa sin apenas secuelas o una gran afectación neurológica con dependencia total (incluso muerte encefálica)<sup>22-24</sup>. Las tasas de supervivencia varían en la literatura. En general, los niños que sobreviven a la inmersión tienen un 80-90% de posibilidades de recupe-

ración neurológica completa, siendo los factores predictores más importantes el tiempo de inmersión y el tipo de reanimación cardiopulmonar precisado en el lugar del accidente. Los niños que llegan conscientes al hospital tienen buen pronóstico. El mejor predictor independiente de la supervivencia es el tiempo de inmersión, pero habitualmente es difícil de estimar.

Los principales indicadores de buen pronóstico (recuperación completa) descritos en la literatura son:

- Tiempo de inmersión <5 minutos. Si el ahogamiento es presenciado, la duración es habitualmente es corto.
- No necesidad de RCP o solamente RCP básica <10 minutos en el lugar del evento.

Indicadores de mal pronóstico (alta probabilidad de *exitus* o encefalopatía grave al alta):

- Tiempo de inmersión >5 minutos (habitualmente se correlaciona con ahogamientos no presenciados).
- Necesidad de RCP avanzada con administración de adrenalina intravenosa en el lugar del ahogamiento<sup>26</sup>.
- Otros como Glasgow <5/15 a la llegada a UCIP, signos de afectación del tronco cerebral, ausencia de mejoría en las primeras 24-72 horas<sup>10,26</sup>.

A pesar del pronóstico, deben ofrecerse todas las medidas de terapia intensiva disponibles inicialmente, ya que aquellos en los que la evolución sea mala son potenciales donantes de órganos.

## 6. GUÍA RÁPIDA

- **Reanimación inicial:** especial importancia de ventilaciones y oxigenoterapia. El ritmo cardiaco más frecuente es bradicardia-asis-tolia, pero también es posible la actividad eléctrica sin pulso (AESP), la fibrilación ventricular u otros.

Estabilización de vía aérea (valorar intubación y conexión a ventilación mecánica con parámetros de protección pulmonar) o VNI, optimización aporte de oxígeno, estabilización hemodinámica, descompresión gástrica, tratamiento de la hipotermia. Inmovilización de columna cervical si se sospecha traumatismo. Considerar ECMO si PCR refractaria.

- **Anamnesis:** causa del ahogamiento, presenciado o no, tipo de agua, tiempo de inmersión, tipo de RCP llevada a cabo.

- **Exploraciones complementarias**

- Radiografía de tórax.
- TC craneal. Se debe asociar TC de columna cervical si se sospecha traumatismo.
- Ecografía a pie de cama: torácica, ecocardiografía, eco-Doppler transcraneal, ultrasonido torácico extendido en trauma (EFAST, por sus siglas en inglés).
- Analítica sanguínea: hemograma, coagulación, bioquímica (iones, troponinas, creatinina cinasa, alcohol y drogas).
- Gasometría (pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, bicarbonato, exceso de base, ácido láctico, SatO<sub>2</sub> venosa).

- EEG-BIS.

- ECG.

- Cultivos de aspirado traqueal.

- **Tratamiento inicial**

- Considerar expansión de volumen con cristaloides. Si se necesitan varias cargas, valorar drogas inotrópicas o vasoactivas en perfusión continua (adrenalina).

- Sueroterapia a necesidades basales con suero fisiológico inicialmente (corregir hipo/hiperglucemia o alteraciones iónicas).

- Salbutamol si broncoespasmo.

- Antibioterapia si aguas muy contaminadas o signos de neumonía (cefalosporinas de 3.<sup>a</sup>-4.<sup>a</sup> generación + aminoglucósido o piperacilina-tazobactam. Si aspiración de vómito, valorar amoxicilina-clavulánico).

- Tratar convulsiones (midazolam, fenitoína, levetiracetam).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bierens JJLM. Drowning. Berlín: Springer; 2014. p. 85-89.
2. Van Beeck EF, Branche CM, Szpilman D, Modell JH, Bierens JJLM. A new definition of drowning: towards documentation and prevention of a global public health problem. Bull World Health Organ. 2005;83(11):853-856.
3. Idris AH, Berg RA, Bierens J, Bossaert L, Branche CM, Gabrielli A, *et al.* Recommended Guidelines

- for Uniform Reporting of Data from Drowning. The “Utstein Style”. *Circulation*. 2003;108:2565-2574.
4. Schmidt A, Hawkins S, Quan L. Drowning is never dry. *Expert Rev Respir Med*. 2019;13(4):313-315.
  5. Szpilman D, Semprcott J, Webber J, Hawkins SC, Barcala-Furelos R, Schmidt A, *et al*. “Dry drowning” and other myths. *Cleve Clin J Med*. 2018;85(7):529-535.
  6. Cohen N, Capua T, Lahat S, Glatstein M, Sadot E, Rimon A. Predictors for hospital admission of asymptomatic to moderately symptomatic children after drowning. *Eur J Pediatr*. 2019;1379-1384.
  7. Truhlář A, Deakin CD, Soar J, Khalifa GEA, Alfonso A, Bierens JJLM, *et al*. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 4. Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*. 2015;95:148-201.
  8. Bierens JJLM, Lunetta P, Tipton M, Warner DS. Physiology of drowning: A review. *Physiology*. 2016;31(2):147-166.
  9. Vanden Hoek TL, Morrison LJ, Shuster M, Donnino M, Sinz E, Lavonas EJ, *et al*. American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care, Part 12: cardiac arrest in special situations: 2010. *Circulation*. 2010;122(18):S829-S861.
  10. Hunyadi-Antičević S, Protić A, Patrk J, Filipović-Grčić B, Puljević D, Majhen-Ujević R, *et al*. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Lijec Vjesn*. 2015;138(11-12):305-321.
  11. World Water Safety. Medical Position Statement - Mps 19 Drowning Chain of Survival [en línea]. Disponible en: <https://www.ilsf.org/wp-content/uploads/2018/11/MPS-19-Drowning-Chain-of-Survival.pdf>
  12. Parenteau M, Stockinger Z, Hughes S, Hickey B, Mucciarone J, Manganello C, *et al*. Drowning management. *Mil Med*. 2018;183:172-179.
  13. Schmidt AC, Semprcott JR, Hawkins SC, Arastu AS, Cushing TA, Auerbach PS. Wilderness Medical Society Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Drowning. *Wilderness Environ Med*. 2016;27(2):236-251.
  14. Rubio B, Yagüe F, Benítez MT, Esparza MJ, González JC, Sánchez F, *et al*. Recomendaciones sobre la prevención de ahogamientos. *An Pediatría*. 2015;82(1):43.e1-43.e5.
  15. Hwang V, Shofer FS, Durbin DR, Baren JM. Prevalence of traumatic injuries in drowning and near drowning in children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2003; 157(1):50-53.
  16. Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, Bierens JJ, Van Rheenen PF, Kneyber MC, *et al*. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study. *BMJ*. 2015;350.
  17. Vähätalo R, Lunetta P, Olkkola KT, Suominen PK. Drowning in children: Utstein style reporting and outcome. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58(5):604-610.
  18. Idris AH, Bierens JJLM, Perkins GD, Wenzel V, Nadkarni V, Morley P, *et al*. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement. *Resuscitation*. 2017;118:147-158.
  19. Romlin BS, Winberg H, Janson M, Nilsson B, Björk K, Jeppsson A, *et al*. Excellent outcome with ex-

- tracorporeal membrane oxygenation after accidental profound hypothermia (13,8 °C) and drowning. *Crit Care Med.* 2015;43(11):e521–525.
20. Richards DB. Drowning. *African J Emerg Med.* 2011;1(1):33-38.
21. Gunnarsson B, Heard CMB. Accidental Hypothermia. En: Fuhrman B, Zimmerman J, editors. *Pediatric Critical Care.* 4.ª edición. Madrid: Elsevier; 2011. p. 1477-1479.
22. Lee LK, Mao C, Thompson KM. Demographic factors and their association with outcomes in pediatric submersion injury. *Acad Emerg Med.* 2006;13(3):308-313.
23. Wintemute GJ. Childhood drowning and near-drowning in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1990;144(6):663.
24. Braun R, Krishel S. Environmental emergencies. *Emerg Med Clin North Am.* 1997;15(2):451-476.
25. Quan L, Bierens JJLM, Lis R, Rowhani-Rahbar A, Morley P, Perkins GD. Predicting outcome of drowning at the scene: A systematic review and meta-analyses. *Resuscitation.* 2016; 104:63-75.
26. Salas Ballestín A, De Carlos Vicente JC, Frontera Juan G, Sharluyan Petrosyan A, Reina Ferragut CM, González Calvar A, *et al.* Prognostic factors of children admitted to a Pediatric Intensive Care Unit after an episode of drowning. *Pediatr Emerg Care.* 2018;1.



