

Noyades

L. Mercier, N. Rondeau, L. Ronchi

Accident encore trop fréquent, la noyade serait la plupart du temps évitée si des mesures de prévention adaptées étaient appliquées. La submersion, primaire, ou secondaire à un problème surajouté, aboutit à une hypoxémie aiguë induite par l'irruption de liquide dans l'arbre respiratoire. Les conséquences en sont essentiellement neurologiques. La prise en charge d'un noyé doit s'effectuer dans le cadre d'une chaîne de secours ne souffrant d'aucun retard ni d'aucun hiatus. L'hospitalisation de tout noyé, quelle que soit la gravité initiale apparente, est la règle du fait du risque d'aggravation secondaire. Le traitement hospitalier est basé sur la prise en charge des manifestations respiratoires et des désordres (principalement hémodynamiques et métaboliques) associés. Les mesures de prévention, essentielles, passent par la surveillance sans défaut des enfants, l'apprentissage de la natation, le respect des règles de prudence et la non-consommation d'alcool ou de substances hallucinogènes lors des activités nautiques.

© 2007 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Noyade ; Réanimation préhospitalière ; Réanimation ; Mortalité infantile ; Prévention

Plan

■ Introduction	1
■ Éléments d'épidémiologie	1
Terminologie	1
Données épidémiologiques	1
Données environnementales	2
■ Physiopathologie	2
Causes de la noyade	2
Conséquences de l'immersion et syndrome asphyxique	2
Conséquences secondaires de la noyade	3
■ Conduite d'urgence	4
Dans l'eau	4
Hors de l'eau	4
Mise en condition et transport	5
■ Traitement hospitalier	5
Aquastress	5
Petits hypoxiques	5
Grands hypoxiques et anoxiques	6
■ Éléments de pronostic	6
■ Éléments de prévention	7
■ Conclusion	7

■ Introduction

Noyade : asphyxie aiguë survenant après la pénétration d'un liquide (eau dans la quasi-totalité des cas) dans les voies aérodigestives. Au-delà de la froideur de cette définition, il convient d'imaginer le désastre humain généré par une noyade survenant chez un enfant, où la tragédie s'est constituée à la

suite d'une imprudence ou d'un défaut de surveillance généralement bref, de l'ordre de quelques dizaines de secondes. La noyade demeure encore de nos jours un accident trop fréquent, et généralement évitable.

■ Éléments d'épidémiologie

Terminologie

La littérature anglophone s'est longtemps démarquée de la littérature francophone pour ce qui concerne la terminologie appliquée à la noyade. Il était classique^[1] de distinguer les notions de *drowning* avec mortalité immédiate et de *near-drowning* à la mortalité absente ou retardée. Ce distinguo a été récemment abandonné^[2] au profit d'une définition universelle dans laquelle la noyade (*drowning*) représente « le processus générant une altération respiratoire secondaire à la submersion ou l'immersion dans un liquide ».

La classification internationale des maladies éditée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), dans sa 10^e révision, permet de coder les noyades (T75.1) sans mention de circonstances, et de préciser les causes des noyades (codes de la série causes externes de morbidité/mortalité W65 à W74). Les noyades survenant au cours d'un cataclysme relèvent des codes X34-39, au cours d'un accident de transport, des codes V01-99.

Données épidémiologiques

La noyade demeure l'une des principales causes de mortalité accidentelle chez l'enfant et l'adolescent. L'OMS estime à environ 400 000 le nombre annuel de décès par noyade dans le monde.^[3] La noyade a représenté, sur la période 1990-2000, la seconde cause de mortalité accidentelle aux États-Unis pour la tranche d'âge 1-19 ans,^[4] et la première cause de mortalité

Tableau 1.

Taux de décès au cours des noyades survenues en France du 1^{er} juin au 30 septembre 2004 par classe d'âge (source : INVS).

Âge	Non suivie de décès	Décès	% de décès
0-5 ans	130	43	25%
6-12 ans	80	9	10%
13-19 ans	86	18	17%
20-24 ans	57	21	27%
25-44 ans	159	74	32%
45-64 ans	159	107	41%
> 64 ans	107	90	46%

Tableau 2.

Évolution des décès par noyade accidentelle selon le lieu de survenue au cours des années 2003 et 2004 sur la période 1^{er} juin au 30 septembre (source : INVS).

	2003	2004	Évolution 2004/2003
Piscine	57	50	-12%
Plan d'eau	93	58	-38%
Cours d'eau	105	64	-39%
Mer	160	174	+9%
Autre lieu	20	22	+10%
Total	435	368	-15%

accidentelle entre 1 et 2 ans, prélevant un tribut cumulé de 120 470 années d'existence potentielle. [5] Le profil à risque est constitué par un enfant âgé de 1 à 5 ans, afro-américain de sexe masculin, au sein d'une famille à bas revenus. [6] Le montant des frais occasionnés par une hospitalisation secondaire à une noyade a été chiffré à environ 14 000 dollars US dans un hôpital pédiatrique de l'Alabama, [7] pour une durée moyenne de séjour de 8 jours. Le coût total pour l'année 1993 des hospitalisations pour cause de noyade dans l'État de Californie a été évalué à 5,2 millions de dollars US (hors honoraires médicaux), compte non tenu des frais générés par les séjours en rééducation. [6]

En France, la noyade représente la quatrième cause d'accident chez l'enfant, après les traumatismes, les intoxications et les brûlures, et la deuxième cause de mortalité accidentelle. L'institut national de veille sanitaire et le ministère de l'intérieur ont mis en place depuis 2001 une enquête nationale (Noyades) visant à mieux connaître les données épidémiologiques [8] afin d'aider à la mise en place de stratégies de prévention adaptées. L'enquête 2004 (1^{er} juin – 30 septembre) (Tableau 1) a recensé 1 163 noyades accidentelles responsables de 368 décès (32 %). Les enfants de moins de 6 ans sont surreprésentés au sein de ce groupe (15 % des noyades alors qu'ils ne représentent que 7 % de la population). Tous âges confondus, les hommes représentent 71 % des victimes. La répartition des lieux de ces 1 163 noyades accidentelles a retrouvé une nette prépondérance (59 %) des noyades en mer, principalement dans la bande des 300 m, suivies par les noyades en piscine (essentiellement piscines privées familiales : 100 noyades), puis par les noyades en plan ou cours d'eau, et enfin par les autres lieux (baignoire, bassin, autres, etc.). Il est à noter que, pour ces autres lieux, l'âge médian des victimes était de 2 ans, et qu'une chute est à l'origine de la noyade dans la moitié des cas, généralement en association avec un défaut de surveillance. À ces noyades accidentelles, il convient de rajouter au cours de la période d'étude 226 noyades intentionnelles (crime, agression, suicide) et 226 d'origine inconnue. L'évolution du nombre de noyades accidentelles montre une stabilité entre 2003 (1 154 cas) et 2004 (1 163 cas), alors que la mortalité a diminué de 15 % (Tableau 2), sous l'effet des campagnes de prévention notamment. [9]

Données environnementales

Le rôle d'une imprégnation alcoolique associée apparaît comme très important dans de nombreuses études récentes. 70 % des victimes de noyade d'une étude finlandaise [10] présentaient une alcoolémie supérieure à 0,50 g l⁻¹, confirmant les conclusions d'une étude plus ancienne menée en Caroline du Nord, [11] où la prévalence d'une alcoolémie positive au sein d'une population de noyés âgés de plus de 15 ans était évaluée à 53 %. Une alcoolémie égale à 0,10 g l⁻¹ constitue un facteur de risque certain, multipliant par 10 le risque de noyade au cours d'activités nautiques de loisirs. [12]

Lorsqu'elle survient à l'intérieur de l'habitation, la noyade relève du défaut de surveillance de l'enfant (submersion dans la baignoire, la cuvette des toilettes, la machine à laver, voire un seau d'eau), de l'emploi de dispositifs dits « de sécurité » mal conçus aboutissant à l'inverse de l'effet recherché (maintien de la tête du nourrisson sous l'eau en cas de retournement), [13] ou bien de maltraitance, cette dernière cause étant évoquée de principe par certains auteurs nord-américains. [14]

■ Physiopathologie

Causes de la noyade

Elles se regroupent en trois catégories :

- noyade primitive par incapacité à maintenir la tête hors de l'eau : le sujet ne sait pas nager (chute accidentelle ou volontaire dans l'eau), est incapable de se maintenir à l'air libre bien que sachant nager (incarcération dans un véhicule tombé à l'eau, marin ou plaisancier prisonnier d'un bateau qui a coulé), ne peut plus fournir l'effort nécessaire à l'émergence de son extrémité céphalique (crampe ou épuisement musculaire) ;
- noyade secondaire par incapacité à réagir au stimulus engendré par le contact de l'eau, avec des causes variées :
 - cause médicale telle une crise convulsive, un accident vasculaire cérébral, un trouble du rythme cardiaque survenus dans l'eau ;
 - perte de conscience, conséquence d'un traumatisme crânien préexistant à l'inhalation de liquide ;
 - syncope secondaire à un traumatisme localisé (oculaire, hypogastrique ou génital) généralement à la suite d'un plongeon, ou à une brutale variation entre la température extérieure et celle de l'eau (syncope thermomodifiante) ;
- accident de plongée : nage en apnée [15] où l'hypocapnie, résultante de l'hyperventilation préalable à l'immersion, supprime la perception du besoin de respirer ou du moins le retarde suffisamment pour que se produise une syncope hypoxique avant la reprise des mouvements respiratoires qui survient alors sous l'eau. La plongée sous-marine en apnée (syncope hypoxique) ou en scaphandre autonome (toxicité neurologique de l'oxygène, narcose à l'azote, barotraumatisme, problème technique, voire épuisement des réserves d'air comprimé) génère également un certain nombre de noyades avec des problèmes spécifiques surajoutés. [16]

Conséquences de l'immersion et syndrome asphyxique

Les lésions observées secondairement sont la conséquence des phénomènes initiaux qui se produisent au cours de l'immersion.

Réactions à l'immersion

Elles se divisent en trois stades successifs :

- les premières gouttes de liquide pénétrant dans l'arbre trachéobronchique produisent un spasme laryngé qui va persister 1 à 2 minutes ;
- puis, sous l'effet de l'hypoxie, se produisent des mouvements de déglutition remplissant l'estomac avec de grandes quantités du liquide dans lequel a lieu la submersion ;
- finalement, au bout d'une durée, variable, de quelques minutes, le laryngospasme va se lever dans la grande majorité

des cas et le liquide envahir l'arbre respiratoire sous l'effet de quelques mouvements respiratoires persistants. Dans un nombre restreint de cas, de l'ordre de 15 %, le laryngospasme persistera malgré l'hypoxie [17] aboutissant à la « noyade à poumons secs », notion actuellement remise en cause. [18]

Réflexe de plongée

Les mammifères plongeurs (baleines, phoques notamment) possèdent un réflexe d'adaptation (*diving reflex*) entraînant, en réaction à l'immersion de la face dans l'eau froide, une apnée, une bradycardie et une vasoconstriction périphérique intense associées à une redistribution du flux sanguin artériel au profit des territoires coronaire et cérébral. Le point de départ est la stimulation du territoire ophtalmique de la cinquième paire crânienne. Sa réalité est bien établie chez l'animal, permettant à certaines espèces des apnées allant jusqu'à 30 minutes. Son existence est attestée chez l'homme par des travaux expérimentaux, avec d'importantes variations dans son intensité. [19] Le port de la combinaison de survie des marins au moment de l'immersion serait susceptible d'accroître la probabilité, pour un sujet donné, de développer ce réflexe de plongée au moment du contact avec l'eau froide, par stimulation faciale sélective. Il semble d'intensité plus marquée chez l'enfant [20] et est invoqué pour expliquer des survies en apparence miraculeuses après immersion prolongée (allant jusqu'à 40 minutes) en eau froide dans cette population pédiatrique. [21, 22] Mais la part relative entre l'effet du réflexe de plongée et l'hypothermie résultant des pertes caloriques rapides demeure débattue. [23]

Détresse respiratoire

De gravité variable (depuis l'hypoxémie modérée réagissant bien à l'administration d'oxygène jusqu'au syndrome de détresse respiratoire aiguë), elle domine le tableau clinique. Elle est la conséquence de l'irruption du liquide dans l'arbre trachéobronchique, conduisant à une altération majeure de la membrane alvéolocapillaire et, par voie de conséquence, des échanges gazeux pulmonaires.

Conséquences immédiates de l'anoxie

L'interruption de la ventilation alvéolaire génère les conséquences habituelles d'une telle situation, avec un retentissement principal sur le myocarde et sur le cerveau, dont la sensibilité à la privation d'oxygène est majeure.

Conséquences secondaires de la noyade

- Les lésions neurologiques conditionnent le pronostic. La constitution des dégâts cérébraux n'est pas immédiate, l'anoxie cérébrale initiale s'aggravant progressivement sur trois ou quatre jours. L'hypertension intracrânienne apparaît retardée [24] aux alentours de la 72^e heure, malgré un tableau clinique initial éventuellement grave, et traduirait une atteinte neurologique sévère. Le contrôle de la pression de perfusion cérébrale et de la pression intracrânienne n'apporte pas d'amélioration en termes de pronostic. Les explorations radiologiques (scanographie, imagerie par résonance magnétique nucléaire) apparaissent souvent dissociées de la gravité du tableau clinique et ne permettent pas de poser un pronostic fiable.
- L'œdème pulmonaire est quasi constant. Sa nature hémodynamique ou lésionnelle, que l'on tentait de rattacher à la tonicité du liquide inhalé (eau douce hypotonique ou eau de mer hypertonique) a donné lieu à de longs débats. En pratique, quelle que soit la quantité de liquide inhalée, c'est un mécanisme lésionnel qui prévaut, [25] se présentant sous forme d'hypoxie aux gaz du sang artériel. Les échanges gazeux sont altérés de manière importante. L'eau de mer, hypertonique (trois fois la tonicité plasmatique), entraîne une lésion de la membrane alvéolocapillaire accompagnée de mouvements d'eau et de protéines vers l'interstitium et les alvéoles. L'eau douce inactive le surfactant pulmonaire et génère des microatélectasies diffuses. La présence de chlore,

aux concentrations rencontrées habituellement en piscine, ne paraît pas engendrer un facteur pronostique défavorable particulier. [26]

Le liquide inhalé n'est pas toujours exempt de particules solides (sable [27]) et de germes divers (eau croupie d'une mare, mer), surajoutant un risque d'atélectasie et d'infection parenchymateuse. L'inhalation du contenu gastrique au cours des manœuvres initiales de réanimation est une éventualité assez fréquente et va aggraver encore plus la situation.

On a tenté de relier la gravité des troubles respiratoires, ou la survie des noyés, à la quantité de liquide inhalé. Les modèles animaux montrent que la survie lui serait inversement proportionnelle. Cette notion n'est pas extrapolable à l'homme. Outre la difficulté majeure à quantifier précisément le liquide qui franchit précocement la barrière alvéolocapillaire, les quelques études disponibles sont anciennes et souffrent d'insuffisances méthodologiques. [28] Une notion, en revanche essentielle, est le caractère parfois retardé des lésions pulmonaires, expliquant les aggravations du tableau respiratoire au bout de quelques heures, [29] et légitimant la règle d'hospitaliser systématiquement tout noyé quelle que soit la gravité du tableau clinique initial.

- L'instabilité hémodynamique est fréquente chez le noyé. Les troubles du rythme cardiaque sont variés, [30] en rapport avec l'hypoxémie, l'hypothermie, mais également avec des nécroses myocardiques, [31] dues à une décharge massive de catécholamines au moment de la phase de mouvements désordonnés survenant après la perte de connaissance. [32] Le myocarde voit ses performances se dégrader dans les conditions d'hypoxémie et d'acidose métabolique rencontrées en pareil cas. Dans les heures suivant l'admission hospitalière, le profil hémodynamique reste perturbé, avec un index cardiaque bas et des résistances artérielles élevées. [33] L'hypovolémie est souvent associée. Elle est due à la fuite de liquide vers l'interstitium pulmonaire, et également à la diarrhée liée à la charge osmotique de l'eau de mer déglutie ou à l'hypoxie du tube digestif. Les traitements dits de « protection cérébrale » (barbituriques à dose élevée) sont susceptibles d'interférer dans ces conditions avec l'hémodynamique et d'aboutir à un effet inverse de celui recherché. La distinction entre hémodilution et hypervolémie des noyades en eau douce et hypovolémie des noyades en eau salée a perdu de son intérêt actuellement.
- L'hypothermie est très fréquente, et se constitue très rapidement au cours de l'immersion. Elle relève d'au moins deux grands mécanismes de perte de chaleur. Le premier mécanisme est un mécanisme de perte calorique vers l'extérieur. La température de l'eau dans laquelle se produit la submersion est, sauf exception rarissime, bien inférieure à la température de l'organisme. La couche de vêtements, lorsqu'elle existe, modère à peine les mécanismes de conduction et convection forcée qui transfèrent la chaleur à l'extérieur de l'organisme. Ce phénomène est amplifié chez le nourrisson et l'enfant en raison de l'importance relative de la surface cutanée par rapport au poids corporel. La perte calorique est rapide et va être encore amplifiée par un mécanisme d'évaporation au cours de la phase initiale du sauvetage. Le deuxième mécanisme est un refroidissement interne par le liquide, principalement dégluti, introduit dans l'organisme du noyé. Le débat n'est pas clos sur la part de refroidissement induite par le liquide dégluti ou inhalé. [34] Ce refroidissement interne joue néanmoins un rôle important dans la genèse de l'hypothermie, ce d'autant que le mécanisme de déglutition semble un ultime moyen de protection contre l'inhalation de liquide face à une stimulation hypoxique. L'hypothermie est responsable d'un ralentissement du métabolisme cérébral, une chute de 1 °C diminuant le débit sanguin cérébral d'environ 6 %, [35] le tracé électroencéphalographique devenant isoélectrique aux alentours de 22 °C. Elle engendre des effets délétères sur l'hémodynamique (bradycardie avec onde J d'Osborn [36] pathognomonique à l'électrocardiogramme (ECG), hypocontractilité myocardique, vasoconstriction périphérique) et majeure le risque infectieux, notamment par une neutropénie. [37]

- Les troubles hydroélectrolytiques sont en rapport avec la résorption secondaire du liquide dégluti, les conséquences de la diarrhée et les effets secondaires des diurétiques éventuellement employés en phase préhospitalière. L'acidose métabolique est la conséquence de l'hypoxie tissulaire et des mouvements musculaires violents à la phase initiale. La kaliémie est fréquemment abaissée, [38] en rapport avec l'hémodilution et l'hypothermie. L'hypernatrémie fréquemment constatée est en rapport avec l'ingestion d'eau de mer, mais est également une conséquence de la diarrhée qui aboutit à une hémococoncentration. La noyade en eau très hypertonique (mer Morte) engendre une hyperosmolarité plasmatique avec hypernatrémie retardée, en faveur des conséquences d'une résorption digestive plutôt que pulmonaire. [39]
- Les anomalies de l'hémostase observées sont variables, depuis la simple thrombopénie isolée sans traduction clinique jusqu'aux coagulopathies de consommation. Leur origine est multifactorielle, [40] due à l'hypoxie, l'atteinte de la membrane alvéolocapillaire, l'hémolyse, les complications septiques.
- Les complications infectieuses sont constituées par des pneumopathies essentiellement. Celles-ci sont de délai d'apparition variable, pouvant aller jusqu'à 6 semaines après l'inhalation liquidienne. Les germes en cause sont souvent multiples (*Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Streptococcus species*, germes de la flore orale, voire levures), [41] et peuvent dépendre de la localisation géographique de la noyade (*Burkholderia pseudomallei*, agent de la mélioïdose, endémique en Asie du Sud-Est et en Australie du Nord, par exemple). [42] Il a également été décrit des infections de la sphère ORL (sinusites, otites).
- Le retour d'expérience des équipes médicales ayant participé à la prise en charge du tsunami dans l'océan Indien en décembre 2004 a mis en exergue deux notions supplémentaires. La première est la fréquence et la gravité des infections compliquant les blessures générées par l'onde de choc (certains survivants ont été traînés sur plusieurs centaines de mètres), conduisant à des épisodes septiques foudroyants malgré des dégâts cutanés en apparence limités. [42] La seconde est l'importance de la prévalence, plusieurs semaines après la catastrophe, de formes respiratoires à type de toux chronique sans autre signe clinique associé, ne répondant pas au traitement antibiotique, mais réagissant favorablement à la kinésithérapie respiratoire, et attribuées à des obstructions diffuses bronchiolaires secondaires à l'inhalation de micro-particules (sable ou débris). [43]

■ Conduite d'urgence

Le pronostic va se fixer au moment de la prise en charge initiale, n'autorisant pas d'erreur d'appréciation ni d'interruption de la chaîne des secours. [44] Un traitement hospitalier parfaitement conduit sera impuissant à faire régresser des lésions anoxiques initiales dues à un gaspillage des premières minutes suivant la sortie de l'eau.

Dans l'eau

L'objectif primordial est d'extraire le noyé du milieu aquatique au plus vite, sans pour autant que le ou les sauveteurs ne mettent en péril leur propre existence. L'obtention d'un plan d'appui sur lequel étendre le noyé et débiter les manœuvres de réanimation est à rechercher au plus tôt. Avant ce stade, seuls quelques gestes élémentaires peuvent être pratiqués : libération des voies aériennes supérieures au doigt (mucosités, corps étrangers tels que des algues) et bouche-à-bouche en cas d'arrêt respiratoire. Le massage cardiaque externe dans l'eau, outre ses difficultés propres (difficultés à maintenir la victime, efficacité réduite), semble utopique [45, 46] et constitue une perte de temps dans la plupart des cas. Le délai entre le repêchage et l'installation sur plan dur doit donc être le plus court possible (intérêt de l'embarcation rapide ou de l'hélicoptère déposant le plongeur au contact de la victime). Le transbordement s'effectue au

Tableau 3.
Bilan initial d'un noyé.

Circonstances	Horaire de survenue Liquide en cause, température approximative Notion de traumatisme associé Durée présumée de la submersion
Premiers gestes	État de la victime à l'arrivée des sauveteurs Manœuvres effectuées Évolution initiale Délai entre les premiers gestes de réanimation et la médicalisation de la prise en charge
Bilan médical	État respiratoire (fréquence, amplitude, cyanose, battement des ailes du nez, abaissement inspiratoire du larynx, balancement thoracoabdominal, tirage intercostal, saturation oxyhémoglobinée) État hémodynamique (pouls, pression artérielle, existence de marbrures, température centrale) État neurologique (score de Glasgow, signes déficitaires, convulsions, hypertonie) Recherche de lésions traumatiques (rachis cervical + +)

mieux en position horizontale pour éviter les risques de désamorçage, en respectant de principe l'axe tête-cou-tronc.

Hors de l'eau

Bilan initial

Un bilan rapide permet une première appréciation de la situation. Il porte (Tableau 3) sur la ventilation (fréquence et amplitude respiratoires, coloration, signes de lutte), la circulation (présence d'un pouls carotidien ou fémoral, fréquence cardiaque, existence de marbrures, pression artérielle), l'état neurologique (état de conscience, mouvements anormaux éventuels, score de Glasgow). Les circonstances de la noyade sont soigneusement relevées (notion de malaise précurseur, orientant vers une pathologie cardiaque ou neurologique primitive). Des lésions traumatiques associées du rachis cervical sont de principe suspectées, notamment dans certaines circonstances (accident de plongeur, de surf, chute de rochers, accident de bateau ou de ski nautique), en cas de plaie cranio-faciale ou de fracture de membre [47] avec les conséquences habituelles sur les manipulations ultérieures de la victime (transport en un plan avec maintien de l'axe tête-cou-tronc notamment).

Gestes de secourisme

Le constat de l'absence de pouls carotidien ou fémoral implique la mise en route de manœuvres de réanimation cardiorespiratoire (libération des voies aériennes supérieures, pratique de deux insufflations par bouche-à-bouche, recherche du pouls, mise en œuvre du massage cardiaque externe combiné aux insufflations pulmonaires si persistance de l'absence de pouls). La manœuvre de Heimlich est uniquement indiquée lorsque l'absence de réponse à la ventilation assistée laisse supposer la présence d'un corps étranger trachéobronchique. [48]

Les gestes non spécifiques sont toujours de mise et ne doivent pas interférer avec la réanimation cardiorespiratoire :

- déshabillage en évitant les mobilisations intempestives ;
- installation à l'abri du vent ;
- séchage prudent sans friction, puis enveloppement dans une couverture isothermique.

Bilan et réanimation spécialisée

Dès que le matériel de secours est disponible (sapeurs-pompier, maître nageur sauveteur, poste de secours), l'inhalation d'oxygène à concentration élevée (masque facial à venturi) est débutée. Dès l'arrivée de l'équipe médicale, la prise

d'un accès veineux périphérique véhiculant un soluté isotonique non sucré complète la mise en condition de la victime.

Le bilan de la situation permet dès lors de catégoriser le noyé dans l'un des quatre groupes suivants : [49]

- **groupe I** : aquastress. La victime a été simplement immergée et n'a pas inhalé d'eau. Il convient de la rassurer, de la réchauffer et de contrôler sa glycémie, sans omettre un soutien psychologique de base. Une hospitalisation est nécessaire dans tous les cas (risque de dégradation secondaire de la situation respiratoire, due à une inhalation liquidienne de faible importance passée inaperçue initialement) ;
- **groupe II** : petit hypoxique. De l'eau a pénétré dans l'arbre respiratoire, mais les conséquences en demeureront réduites. La victime est tachypnéique, tousse, décrit une sensation de gêne respiratoire. Le pouls est rapide, l'hémodynamique conservée, l'auscultation pulmonaire peut révéler quelques râles crépitants des bases ou des sibilants. La conscience est normale, ainsi que l'examen neurologique, une discrète agitation anxieuse est parfois notée. Il n'y a pas de cyanose, la saturation oxyhémoglobinée appréciée à l'oxymètre de pouls reste dans les limites de la normale sous oxygénothérapie au masque. Après vidange gastrique (évacuation de l'eau déglutie qui va améliorer la cinétique diaphragmatique), le patient est transporté sous surveillance médicalisée vers l'établissement hospitalier de destination, où il sera hospitalisé au minimum 48 heures en milieu de soins intensifs, du fait d'une toujours possible aggravation secondaire ;
- **groupe III** : grand hypoxique. La conscience est de niveau variable avec obnubilation, voire coma. Le patient présente une détresse respiratoire avec dyspnée, tachypnée, cyanose de degré variable, désaturation à l'oxymètre de pouls. L'auscultation pulmonaire retrouve de gros râles diffus, bilatéraux. La ventilation mécanique sur intubation trachéale est nécessaire, précédée d'une vidange gastrique. La séquence induction-intubation doit être rapide, en évitant de majorer l'hypoxie, et fait appel à une dénitrégénéation soigneuse (inhalation pendant au moins 2 minutes d'oxygène pur au moyen d'un masque facial appliqué de manière étanche) suivie d'une injection intraveineuse d'étomidate 0,3 mg kg⁻¹ et de suxaméthonium (de 1,0 mg kg⁻¹ chez l'adulte à 2,0 mg kg⁻¹ chez le nourrisson) associée à une manœuvre de Sellick maintenue jusqu'au gonflement du ballonnet de la sonde d'intubation et certitude du positionnement trachéal correct. [50] Les valves de pression expiratoire positive utilisables en transport permettent de débiter précocement le traitement de l'œdème pulmonaire. Le transport s'effectue sous stricte surveillance par un moyen médicalisé d'évacuation ;
- **groupe IV** : anoxique. Ce tableau est celui de l'arrêt circulatoire d'origine anoxique. Le traitement suit les règles de réanimation habituelles. [44] La défibrillation externe est possible sans risque particulier pour le noyé ou le sauveteur. [51]

Mise en condition et transport

Le transport s'effectue après stabilisation de la situation et contact avec la régulation médicale qui dirigera d'emblée le noyé sur le service apte à le recevoir dans les meilleures conditions et décidera de la médicalisation de l'évacuation (situation grave d'emblée ou se dégradant rapidement). La surveillance en cours de transport est primordiale, régulièrement actualisée, et peut conduire à des gestes complémentaires en cours de trajet : intubation trachéale essentiellement. Les modules intégrés de surveillance rassemblent sur un même écran le tracé électrocardiographique et l'affichage de la pression artérielle non invasive, de la saturation oxyhémoglobinée, de la température centrale (sonde œsophagienne ou rectale, capteur tympanique), voire de la fraction téléexpiratoire du CO₂ expiré. L'hélicoptère est un moyen rapide d'évacuation à moyenne distance, mais l'exiguïté habituelle de la cabine rend impossible un geste technique en vol et implique, par exemple, de se poser pour intuber un malade dont l'état respiratoire se dégrade secondairement. La mise en condition doit donc être parfaite d'emblée, avant le décollage, même au vu du confort en termes d'espace apporté par les aéronefs récents.

“ Indications de l'intubation chez le noyé

- Troubles de conscience (score de Glasgow < 9) ou agitation importante.
- Hypoxémie ne réagissant pas à l'inhalation d'oxygène.
- Hypothermie inférieure à 33 °C (91,4 °F).
- Épuisement secondaire.
- Arrêt circulatoire.

Le support pharmacologique intraveineux en cours de transport s'appuie essentiellement sur la dobutamine à la seringue électrique (5 à 10 µg kg⁻¹min⁻¹) en association éventuelle à la noradrénaline (0,05 à 0,5 µg kg⁻¹min⁻¹), dans le but de maintenir la pression artérielle et corrélativement la pression de perfusion cérébrale. La sédation permettant l'adaptation au respirateur est obtenue par le midazolam en perfusion intraveineuse continue (0,03 à 0,2 mg kg⁻¹h⁻¹). L'apport vasculaire fait appel à des solutés ne majorant pas, du fait de leur hypotonicité, les lésions cérébrales. Le sérum salé à 0,9 % isotonique constitue le choix de première intention. Si un remplissage s'avère nécessaire, les gélamines fluides modifiées et l'hydroxyéthylamidon (ce dernier est contre-indiqué chez l'enfant de moins de 1 an et limité à un apport total de 15 ml kg⁻¹ entre 1 et 15 ans) permettent de restaurer une volémie.

■ Traitement hospitalier

Il est indispensable d'admettre à l'hôpital dans les meilleurs délais toutes les noyades, même les moins graves initialement (aquastress) du fait de la difficulté à évaluer précisément le tableau initial mais surtout à cause du risque d'aggravation secondaire.

Aquastress

Le patient va être surveillé dans un service de médecine ou de lits d'hospitalisation de courte durée pendant 24 heures sur des éléments cliniques (pouls, pression artérielle, rythme respiratoire, conscience, température centrale, oxymétrie de pouls), biologiques (glycémie éventuellement associée à des gazométries sanguines et à une recherche d'alcoolémie ou de toxiques selon le contexte) et radiologiques (cliché thoracique de face à l'admission et à la 12^e heure). La sortie n'est autorisée qu'au vu d'une évolution simple, indemne de toute complication neurologique ou infectieuse (foyer ORL ou pulmonaire). La question de définir un algorithme fiable et sûr permettant de ne pas garder hospitalisé plus de quelques heures un patient victime d'immersion ou de submersion n'a pas reçu de réponse satisfaisante actuellement, faute d'étude prospective exploitable. [52]

Petits hypoxiques

Ils sont hospitalisés en milieu de soins intensifs. Le bilan d'admission comprend au minimum un tracé électrocardiographique 12 dérivations, un cliché thoracique de face en position assise et renouvelé à 6 et 12 heures, une gazométrie artérielle, des hémocultures, ainsi qu'un ionogramme plasmatique, une numération globulaire, un bilan d'hémostase, la recherche de toxiques plasmatiques et urinaires et une alcoolémie en cas de doute. La surveillance est clinique (conscience, rythme et amplitude respiratoires, apparition de signes de lutte ou d'une agitation, oxymétrie de pouls), complétée en cas de besoin par la mesure des gaz du sang artériel.

Les principes thérapeutiques comprennent une restriction hydrique modérée, une oxygénothérapie par masque facial visant à maintenir une hématoxémie satisfaisante (SpO₂ > 90 % avec

“ Bilan paraclinique d'un noyé à l'admission (modulable selon le contexte)

- Ionogramme plasmatique, urée, glycémie, créatinine, lactacidémie.
- Numération globulaire, plaquettes, formule sanguine.
- Temps de Quick, temps de céphaline activée, fibrinogène.
- Troponine Ic.
- Gaz du sang artériel.
- Alcoolémie
- Recherche de toxiques urinaires.
- Électrocardiogramme 12 dérivations.
- Radiographie pulmonaire de face.

une $FiO_2 < 0,5$), la prévention de la maladie thromboembolique chez l'adulte par une héparine de bas poids moléculaire à dose prophylactique. La stratégie d'antibiothérapie est guidée par les résultats des examens (hémocultures, prélèvements bronchiques protégés). La prescription d'une antibiothérapie systématique, en dehors de terrains particuliers, est abandonnée. [53]

Le syndrome post-immersion se définit comme la survenue secondaire de manifestations respiratoires liées à l'inhalation particulaire. Plusieurs formes sont possibles. Une toux persistante, sans hypoxémie, relève d'un équivalent de bronchiolite réagissant à la kinésithérapie respiratoire, avec parfois nécessité d'un lavage bronchoalvéolaire thérapeutique. À l'opposé dans l'échelle de gravité, on trouve des atélectasies segmentaires pouvant nécessiter une ventilation mécanique secondaire.

Grands hypoxiques et anoxiques

Ils relèvent exclusivement d'un service de réanimation où le traitement vise au maintien des fonctions vitales.

- La *préservation de l'état neurologique* est l'objectif majeur. Cet état neurologique est sous la dépendance de deux facteurs principaux que sont l'hématose et le maintien d'une pression de perfusion cérébrale optimale (les lésions cérébrales s'aggravent dès lors que la pression de perfusion cérébrale chute en deçà d'un seuil évalué à 60 mmHg chez l'adulte et à 40 mmHg chez l'enfant). [54] Les thérapeutiques dites « de protection cérébrale » n'ont pas emporté la conviction pour ce qui concerne leur efficacité. Les diurétiques, les curares, les barbituriques ainsi que les corticoïdes ont été ainsi proposés selon des régimes variables, isolément ou en association. Les résultats ont été décevants en termes d'amélioration du pronostic du noyé comateux, et certains les ont même rendus responsables d'une aggravation des séquelles neurologiques et d'une augmentation de la prévalence des complications iatrogènes. [55] La mesure de la pression intracrânienne est actuellement tombée en désuétude parmi les équipes de réanimation pédiatrique, faute d'avoir pu prouver une influence de son contrôle sur le pronostic neurologique. [56] L'apport de solutés hypotoniques est déconseillé afin d'éviter une aggravation de l'œdème cérébral. Les solutés glucosés sont écartés du fait de l'hyperglycémie fréquente à la phase initiale, facteur prédictif de mauvais pronostic.
- L'*hypoxie* nécessite la ventilation en pression positive de fin d'expiration (PEP), avec le risque habituel de barotraumatisme et de désordres hémodynamiques, induits par d'éventuels niveaux élevés de PEP. En l'absence d'état de choc, la position demi-assise est réputée améliorer la gêne au retour veineux cérébral. L'oxygénation extracorporelle ou le surfactant exogène [57] constituent actuellement des voies de recherche.

- Le *traitement de l'état de choc* repose, outre la correction de l'hypoxémie, sur l'optimisation du remplissage vasculaire et sur le support inotrope (dopamine ou/et dobutamine 5 à 10 $\mu\text{g kg}^{-1} \text{min}^{-1}$), guidés par les données hémodynamiques (cathétérisme droit, échographie-doppler pulsé, pression artérielle sanglante).
- La *correction de l'hypothermie* est fonction du niveau de la température centrale. Jusqu'à 32 °C, le réchauffement passif externe est la méthode de choix, en isolant le noyé dans une couverture de survie. Entre 28 et 32 °C, le réchauffement actif externe est indiqué (matelas à air chaud pulsé) en ajustant soigneusement la volémie pour prévenir un collapsus de réchauffement. Un appoint intéressant est constitué par le réchauffement à 40 °C des solutés perfusés. Chez l'enfant, la dialyse péritonéale constitue un moyen efficace d'apport calorique interne. En dessous de 28 °C, la méthode de choix semble la circulation extracorporelle [58] qui a l'avantage de restaurer rapidement la normothermie en maintenant une perfusion tissulaire efficace, au prix toutefois du risque iatrogène des anticoagulants.

■ Éléments de pronostic

Le pronostic est très difficile, sinon impossible à établir finement pour un individu donné. La souffrance cérébrale en est le déterminant principal. À l'heure actuelle, l'ensemble des travaux publiés s'accorde sur le caractère essentiel de la précocité de la réanimation préhospitalière et sur l'effet protecteur possible de l'hypothermie cérébrale. La durée d'hypoxie cérébrale (durée d'immersion et durée de réanimation) est impossible à estimer de manière fiable.

De nombreux indicateurs numériques ont été construits dans le but de porter un pronostic sur la noyade de l'enfant. Le score de Glasgow [59] déterminé chez 101 enfants (âge moyen 3,1 années) est corrélé à une récupération neurologique complète lorsqu'il est supérieur ou égal à 6 lors de la prise en charge. Une alternative est l'indicateur d'Orlowski [60] attribuant un point à chacun des éléments suivants : âge inférieur à 3 ans, coma lors de la prise en charge, temps de submersion supérieur à 5 minutes, manœuvres de réanimation débutant plus de 10 minutes après le début de la submersion, pH artériel inférieur à 7,10 lors de l'admission. Un score de 3 ou supérieur est péjoratif. D'autres scores ont été proposés récemment, le PRISM [61] (*pediatric risk of mortality score*) ou le score de Szpilman, [62] basés sur des éléments exclusivement cliniques recueillis sur les lieux mêmes. Golden [63] a résumé les éléments de pronostic favorable après compilation de la littérature.

“ Éléments de pronostic favorable chez le noyé

- Âge supérieur à 3 ans.
- Femme.
- Température de l'eau inférieure à 10 °C.
- Durée de submersion inférieure à quelques minutes.
- Absence d'inhalation.
- Réanimation cardiopulmonaire débutée dans les 10 minutes après la submersion.
- Récupération rapide d'une activité cardiaque.
- Présence d'une activité cardiaque spontanée à l'admission hospitalière.
- Hypothermie inférieure à 35 °C, voire 33 °C.
- pH artériel supérieur à 7,10.
- Glycémie inférieure à 11,2 mmol. l⁻¹.
- Score de Glasgow supérieur à 6 à l'admission.
- Réponse pupillaire présente.

Certaines situations portent un pronostic constamment défavorable : [64, 65] mydriase bilatérale, absence de reprise d'une activité cardiaque spontanée, nécessité d'un traitement cardio-tonique lors de l'admission à l'hôpital.

L'hypothermie n'est pas un facteur pronostique de survie, bien que les observations de survie après submersion prolongée en eau froide soient nombreuses, tant chez l'enfant [66] que chez l'adulte. [67] Deux séries finlandaises de 48 enfants et 61 patients (dont 26 enfants) datant respectivement de 1997 et 2002 ne montrent aucun effet bénéfique d'une température de l'eau basse dans la constitution du pronostic. [68] Il est en revanche certain que l'aphorisme de Peterson sur le mauvais pronostic des enfants noyés hypothermes [69] n'est plus de mise pour justifier de ce seul fait l'interruption des manœuvres de réanimation.

Des voies de recherche sont ouvertes pour essayer d'affiner l'évaluation des dégâts cérébraux anoxiques et corrélativement du pronostic neurologique. La spectroscopie quantitative 1-H par IRMn [70] et la mesure du taux d'extraction cérébrale d'oxygène [71] pourraient constituer des éléments prédictifs intéressants de l'avenir neurologique des noyés.

Le soutien psychologique ne doit pas être oublié à terme. [72]

■ Éléments de prévention

La prévention est le facteur-clé de la diminution de la morbidité et de la mortalité liées à la noyade, et l'éducation de la population apparaît comme une nécessité absolue, afin d'obtenir la modification de certains comportements. Un enfant ne devrait jamais être laissé sans surveillance à proximité de l'eau, pas même le temps de répondre au téléphone. Se baigner en zone surveillée et en respectant les éventuels fanions d'interdiction (de couleur rouge) ou d'avertissement (de couleur orange) réduit la sensation de liberté que procure la pratique de la natation en zone déserte mais améliore grandement le pronostic en cas d'incident banal, tel une crampe. Les panneaux d'interdiction ont toujours une bonne raison d'exister (courant de marée, risque de montée très rapide du niveau de l'eau en aval d'une retenue en montagne ou d'une usine hydroélectrique, autres dangers a priori insoupçonnés). Les personnes à risques (handicap moteur ou mental, comitialité) doivent également bénéficier d'une surveillance adaptée, afin de pouvoir profiter de loisirs aquatiques en toute sécurité.

L'apprentissage de la natation dès l'âge de 5 à 6 ans est possible, et contribue probablement à renforcer la prévention de la noyade, même si aucune étude n'a véritablement réussi à le démontrer. Cet apprentissage doit s'accompagner d'une éducation de l'enfant ou de l'adolescent à connaître ses limites, de manière à ne jamais se retrouver en situation périlleuse. [73] L'impact du port de gilet de sauvetage n'a lui non plus jamais été évalué de manière certaine, mais son utilisation doit être systématiquement recommandée lors des activités nautiques. Il permet, à condition d'être d'une taille adaptée au gabarit du porteur, et correctement fixé (intèrêt crucial de la sangle pelvienne qui évite de « passer à travers »), de maintenir le plus souvent la tête hors de l'eau, y compris lors de perte de connaissance (traumatisme crânien par la bôme lors d'un empannage).

Les substances modifiant la vigilance majorent nettement le risque de noyade, en altérant les capacités de jugement, ainsi que la coordination motrice une fois dans l'eau. L'alcool, le cannabis et autres substances hallucinogènes, certaines classes pharmacologiques aggravent ainsi le risque, et leur consommation est antinomique avec la pratique d'activités nautiques.

L'implication de l'ensemble des professions de santé, notamment vis-à-vis des parents de jeunes enfants, pour relayer les messages de prévention constitue un autre axe important de prévention active. [74]

La prévention passive s'est enrichie récemment en France, à l'instar d'autres pays, d'un corpus de textes législatifs et réglementaires [75-77] rendant obligatoire un dispositif de sécurité normalisé pour les piscines enterrées en partie ou en totalité (barrière de protection, couverture, abri clos, dispositifs d'alerte)

visant à prévenir le risque de noyade. Ces dispositions constituent une avancée importante, mais ne remplaceront jamais la surveillance attentive des enfants en bas âge, ce d'autant que se multiplient les piscines en kit, installées à même le sol avec une échelle d'accès au bassin. La surveillance des piscines recevant du public est basée sur la présence réglementaire d'un ou plusieurs maîtres nageurs qualifiés.

Le constat que la précocité et la continuité des gestes de réanimation cardiorespiratoire améliorent le pronostic global des arrêts circulatoires (notion de chaîne de survie) [44] incite à diffuser le plus largement possible la formation à ces gestes à l'ensemble de la population.

■ Conclusion

À contre-courant de tendances de société où liberté individuelle se conjuguerait avec absence de règles, la noyade est un drame qui dévaste plusieurs existences, celle du noyé mais également celle de ses proches. S'y surajoute le caractère la plupart du temps stupide des circonstances de sa survenue. Au-delà de sentiments de fatalisme ou de culpabilité, l'heure est à la mise en œuvre d'actions efficaces de prévention, basées essentiellement sur une surveillance constante des enfants, population à haut risque. « *The vast majority of children who drown in swimming pools do so in the backyard of their own homes.* [78] » L'autre versant de ces actions de prévention est constitué par le respect des règles, souvent de bon sens, d'évolution en milieu aquatique. La lecture des pages de faits divers des journaux régionaux, tout comme celle des comptes rendus d'interventions des sapeurs-pompiers, des sociétés de sauvetage en mer, des services d'aide médicale d'urgence montrent hélas que la réalité est encore bien loin de ces vœux.

“ Points forts

- La noyade demeure la deuxième cause de mortalité accidentelle de l'enfant en France.
- Chez l'adulte et l'adolescent, l'association à une imprégnation alcoolique est fréquente.
- La gravité est respiratoire (œdème lésionnel), le pronostic est neurologique (hypoxie cérébrale).
- Des lésions traumatiques associées doivent être évoquées en fonction des circonstances (plongeon, rouleaux), et une immobilisation du rachis cervical alors effectuée par précaution.
- Tout noyé, quelle que soit la gravité apparente initiale du tableau clinique, doit être admis à l'hôpital du fait de la survenue fréquente d'un intervalle libre.
- Les troubles du rythme cardiaque relèvent essentiellement de l'anoxie, mais également de l'hypothermie, des troubles hydroélectrolytiques dus à l'ingestion de liquide, d'une nécrose myocardique par décharge massive de catécholamines même chez l'adulte jeune.
- Le pronostic dépend en bonne partie de la continuité dans la chaîne des secours.
- La prévention est avant tout basée sur la surveillance sans hiatus des enfants en bas âge.
- La pratique des sports nautiques implique le respect des réglementations et du bon sens.
- L'apprentissage précoce de la natation, la mise en place de clôtures ou autres dispositifs de protection autour des piscines privées sont des mesures de prévention importantes.



Références

- [1] Modell JH. Drown versus near-drown : a discussion of definitions. *Crit Care Med* 1981;**9**:351-2.
- [2] 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". *Resuscitation* 2003;**59**:45-57.
- [3] World Health Organization. *The world health report 2002 : reducing risks, promoting healthy life*. Geneva: World health organization; 2002.
- [4] National center for injury prevention and control, centers for disease control and prevention. Web-based injury statistics query and reporting system. Accessible par : <http://www.cdc.gov/ncipc/wisqars>.
- [5] Brenner RA. Prevention of drowning in infants, children and adolescents. *Pediatrics* 2003;**112**:440-5.
- [6] Ellis AA, Trent RB. Hospitalization for near-drowning in California : incidence and costs. *Am J Public Health* 1995;**85**:1115-8.
- [7] Joseph MM, King WD. Epidemiology of hospitalization for near-drowning. *South Med J* 1998;**91**:253-5.
- [8] Institut national de veille sanitaire. Enquête noyade 2004 (résultats préliminaires) Accessible par : <http://invs.sante.fr/publications/default.htm>.
- [9] Les réflexes anti noyade. Dossier de presse mai 2005. Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (INPES). Accessible par : <http://www.inpes.sante.fr>.
- [10] Lunetta P, Smith GS, Penttila A, Sajantila A. Unintentional drowning in Finland 1970-2000 : a population-based study. *Int J Epidemiol* 2004;**33**:1053-63.
- [11] Patetta MJ, Biddinger PW. Characteristics of drowning deaths in North Carolina. *Public Health Rep* 1988;**103**:406-11.
- [12] Driscoll TR, Harrison JA, Steenkamp M. Review of the role of alcohol in drowning associated with recreational aquatic activity. *Inj Prev* 2004;**10**:107-13.
- [13] Kasian GF, O'Farrell NM, Linwood ME. Bathtub neardrowning of an infant in a flotation device. *Can Med Assoc J* 1987;**136**:843-4.
- [14] Gillenwater JM, Quan L, Feldman KW. Inflicted submersion in childhood. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996;**150**:298-303.
- [15] Roque d'Orbcastel O, Bodenan P, De Fenoyl O, Sepulveda S. La nage en apnée : un exercice fréquent, une noyade facile (lettre). *Presse Med* 1984;**13**:1634.
- [16] Spira A. Diving and marine medicine review part II : diving diseases. *J Travel Med* 1999;**6**:180-98.
- [17] Pearn J. The management of near-drowning. *BMJ* 1985;**291**:1447-52.
- [18] Modell JH, Bellefleur M, Davis JH. Drowning without aspiration : is this an appropriate diagnosis? *J Forensic Sci* 1999;**44**:1119-23.
- [19] Tipton MJ. The effect of clothing on diving bradycardia in man during submersion in cold water. *Eur J Appl Physiol* 1989;**59**:360-4.
- [20] Daly M, Angell-James JE, Elsner R. Role of carotid-body chemoreceptors and their reflex interactions in bradycardia and cardiac arrest. *Lancet* 1979;**1**:764-7.
- [21] Gooden BA. Drowning and the diving reflex in man. *Med J Aust* 1972;**2**:583-7.
- [22] Ramey CA, Ramey DN, Hayward JS. Dive response of children in relation to cold-water drowning. *J Appl Physiol* 1987;**63**:665-8.
- [23] Gooden BA. Why some people do not drown : hypothermia versus the diving response. *Med J Aust* 1992;**157**:629-32.
- [24] Sarnaik AP, Preston G, Lieh-Lai M, Eisenberg AB. Intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in near-drowning. *Crit Care Med* 1985;**13**:224-7.
- [25] Orłowski JP, Abulleil MM, Phillips JM. The hemodynamic and cardiovascular effects of near-drowning in hypotonic, isotonic or hypertonic solutions. *Ann Emerg Med* 1989;**18**:1044-9.
- [26] Orłowski JP. Drowning, near-drowning, and ice water submersions. *Pediatr Clin North Am* 1987;**34**:75-92.
- [27] Dunagan DP, Cox JE, Chang MC, Haponik EF. Sand aspiration with near-drowning. Radiographic and bronchoscopic findings. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;**156**:292-5.
- [28] Modell JH, Moya F, Newby EJ, Ruiz BC, Showers AV. The effects of fluid volume in seawater drowning. *Ann Intern Med* 1967;**67**:68-80.
- [29] Pearn J. Secondary drowning in children. *BMJ* 1980;**281**:1103-5.
- [30] Harries MG, Golden C, Fowler M. Ventricular fibrillation as a complication of salt-water immersion. *BMJ* 1981;**283**:347-8.
- [31] Karch SB. Pathology of the heart in near-drowning. *Arch Pathol Lab Med* 1985;**109**:176-8.
- [32] Karch SB. Serum catecholamines in nearly-drowned children. *Am J Emerg Med* 1987;**5**:261-3.
- [33] Hildebrand CA, Hartmann AG, Arcinue LE. Cardiac performance in pediatric near-drowning. *Crit Care Med* 1988;**16**:331-5.
- [34] Whitelaw WA, McBride B, Amar J, Corbet K. Respiratory neuromuscular output during breath-holding. *J Appl Physiol* 1981;**50**:435-43.
- [35] Stone HH, Donnelly C, Frosbese AS. The effect of lowered body temperature on cerebral hemodynamics and metabolism of man. *Surg Gynecol Obstet* 1956;**103**:313-7.
- [36] Emslie-Smith D. Accidental hypothermia. A common condition with a pathogenomic electrocardiogram. *Lancet* 1958;**2**:492-5.
- [37] Bohn DJ, Biggar WD, Smith CR, Conn AW, Barker GA. Influence of hypothermia, barbiturate therapy and intracranial pressure monitoring on morbidity and mortality after near-drowning. *Crit Care Med* 1986;**14**:529-34.
- [38] Fourrier F, Chopin C, Durocher A, Wattel F. Hypokaliémie au cours des noyades en eau douce (lettre). *Nouv Presse Med* 1980;**9**:714.
- [39] Saidel-Odes LR, Almog Y. Near-drowning in the Dead Sea : a retrospective observational analysis of 69 patients. *Isr Med Assoc J* 2003;**5**:856-8.
- [40] Ports TA, Devel TF. Intravascular coagulation in fresh water submersion. *Ann Intern Med* 1977;**87**:60-1.
- [41] Ender PT, Dolan MJ. Pneumonia associated with near-drowning. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:896-907.
- [42] Kao AY, Munandar R, Ferrara SL, Systrom DM, Sheridan RL, Cash SS, et al. Case 19-2005 : a 17-year old girl with respiratory distress and hemiparesis after surviving a tsunami. *N Engl J Med* 2005;**352**:2628-36.
- [43] Purwosunu Y, Rieux C, Basoeki W. Water inhalation during the tsunami : what are the pulmonary consequences ? Congrès mondial de médecine tropicale Marseille, 11-15 septembre 2005.
- [44] Gueugniaud PY, David JS, Carli P. Prise en charge de l'arrêt cardiaque : actualité et perspectives. *Ann Fr Anesth Reanim* 2002;**21**:564-80.
- [45] Kizer K. Aquatic rescue and in-water CPR. *Ann Emerg Med* 1982;**11**:166-7.
- [46] March NF, Matthews RC. Feasibility study of CPR in the water. *Undersea Biomed Res* 1980;**7**:141-8.
- [47] Watson RS, Cimmings P, Quan L, Bratton S, Weiss NS. Cervical spine injury among submersion victims. *J Trauma* 2001;**51**:658-62.
- [48] Standards and guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiac care (ECC). *JAMA* 1986;**255**:2905-89.
- [49] Dupoux JE, Bernard-Catinat G, Brunel JM. Réactualisation du traitement d'urgence de la noyade. *Bordeaux Méd* 1981;**14**:1095-100.
- [50] Adnet F, Hennequin B, Lapandry C. Induction anesthésique en séquence rapide pour l'intubation trachéale préhospitalière. *Ann Fr Anesth Reanim* 1998;**17**:688-98.
- [51] Chappel J. Defibrillation after near-drowning. *BMJ* 1988;**296**:643-4 (letter).
- [52] Causey AL, Tilelli JA, Swanson ME. Predicting discharge in uncomplicated near-drowning. *Am J Emerg Med* 2000;**18**:9-11.
- [53] Ender PT, Dolan MJ. Pneumonia associated with near-drowning. *Clin Infect Dis* 1997;**25**:896-907.
- [54] Davis A, Ravussin P, Bissonnette B. Central nervous system : anatomy and physiology. In: Bissonnette B, Dalens B, editors. *Pediatric anesthesia : principles and practice*. New York: McGraw Hill; 2001. p. 103-14.
- [55] Biggart MJ, Bohn DJ. Effect of hypothermia and cardiac arrest on outcome of near-drowning accidents in children. *J Pediatr* 1990;**117**:179-83.
- [56] Quan L, Kinder D. Pediatric submersions : prehospital predictors of outcome. *Pediatrics* 1992;**90**:909-13.
- [57] Anker AL, Santora T, Spivey W. Artificial surfactant administration in an animal model of near-drowning. *Acad Emerg Med* 1995;**2**:204-10.
- [58] Bolte RG, Black PG, Bowers RS, Thorne JK, Corneli H. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. *JAMA* 1998;**260**:377-9.
- [59] Dean JM, Kaufman ND. Prognostic indicators in pediatric near-drowning : the Glasgow coma scale. *Crit Care Med* 1981;**9**:536-9.
- [60] Orłowski JP. Prognostic factors in pediatric cases of drowning and near-drowning. *JACEP* 1979;**8**:176-9.
- [61] Zuckerman GB, Gregory PM, Santos-Damiani SM. Predictors of death and neurologic impairment in pediatric submersion injuries. The pediatric risk of mortality score. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998;**152**:134-40.
- [62] Szpilman D. Near-drowning and drowning classification : a proposal to stratify mortality based on the analysis of 1 831 cases. *Chest* 1997;**112**:660-5.
- [63] Golden FS, Tipton MJ, Scott RC. Immersion, drowning and near-drowning. *Br J Anaesth* 1997;**79**:214-25.

- [64] Frates RC. Analysis of predictive factors in assessment of warm-water near-drowning in children. *Am J Dis Child* 1981;**135**:1006-8.
- [65] Nichter MA, Everett PB. Childhood near-drowning : is cardiopulmonary resuscitation always indicated? *Crit Care Med* 1989; **17**:993-5.
- [66] Bolte RG, Black PG, Bowers RS, Thorne JK, Corneli H. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minutes. *JAMA* 1998;**260**:377-9.
- [67] Chochinov AH, Baydock BM, Bristow GK, Giesbrecht GG. Recovery of a 62-year old man from prolonged cold water submersion. *Ann Emerg Med* 1998;**31**:127-31.
- [68] Suominen PK, Korpela RE, Silfvast TG, Olkkola KT. Does water temperature affect outcome of nearly drowned children. *Resuscitation* 1997;**35**:111-5.
- [69] Peterson B. Morbidity of childhood near-drowning. *Pediatrics* 1977; **59**:364-70.
- [70] Kreis R, Arcinue R, Ernst T, Shonk TK, Flores R, Ross BD. Hypoxic encephalopathy after near-drowning studied by quantitative 1-H magnetic resonance spectroscopy. *J Clin Invest* 1996;**97**:1142-54.
- [71] Connors R, Frewen TC, Kissoun N. Relationship of cross-brain oxygen content difference, cerebral blood flow, and metabolic rate to neurologic outcome after near-drowning. *J Pediatr* 1992;**121**:839-44.
- [72] Dooley E, Gunn J. The psychological effects of disaster at sea. *Br J Psychiatry* 1995;**167**:233-7.
- [73] American Academy of Pediatrics policy statement. Prevention of drowning in infants, children and adolescents. *Pediatrics* 2003;**112**: 437-9.
- [74] O'Flaherty JE, Pirie PL. Prevention of pediatric drowning and near-drowning : a survey of members of the American Academy of Pediatrics. *Pediatrics* 1997;**99**:169-74.
- [75] Loi n °2003-9 du 3 janvier 2003 relative à la sécurité des piscines.
- [76] Décret n °2003-1389 du 31 décembre 2003 relatif à la sécurité des piscines.
- [77] Décret n °2004-499 du 7 juin 2004 modifiant le décret n °2003-1389 du 31 décembre 2003 relatif à la sécurité des piscines.
- [78] Orłowski JP. Drowning, near-drowning and ice-water drowning. *JAMA* 1988;**260**:390-1 (editorial).

Pour en savoir plus

Salomez F, Vincent JL. Drowning : a review of epidemiology, pathophysiology, treatment and prevention. *Resuscitation* 2004;**63**: 261-8.

www.drowning.nl

www.who.int/violence_injury_prevention/other_injury/drowning/en

www.cdc.gov/ncipc/wisqars

www.invs.sante.fr/publications/

www.inpes.sante.fr

www.croix-rouge.fr/goto/secours/bobos/noyade.asp

www.cepr.tm.fr/fr/risqdome/noyade.htm

www.vhct.org/case699/index.shtml (test de connaissances en anglais).

L. Mercier, Assistant spécialiste.

N. Rondeau, Interne des Hôpitaux.

L. Ronchi, Praticien hospitalier (l.ronchi@ch-saintnazaire.fr).

Service d'anesthésiologie, Centre hospitalier, BP 414, 44606 Saint-Nazaire cedex, France.

Toute référence à cet article doit porter la mention : Mercier L., Rondeau N., Ronchi L. Noyades. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Médecine d'urgence, 25-030-G-10, 2007.

Disponibles sur www.emc-consulte.com

