

溺水

～溺水の半数は浴槽で発生！心肺蘇生が予後を決める～

長村敏生

Point

- ・わが国の小児（15歳未満）の溺死者は年間約300名にのぼる（溺水事故はもっと多い）。さらに、小児の溺死者の半数は4歳以下であり、この年代の溺水による死亡率は欧米諸国より高い
- ・わが国の小児溺水事故の特徴は浴槽での事故が多いことであり、4歳以下では約半数を占める¹⁾。海や川から離れた病院であっても、溺水患者の救急室への搬入は決して稀ではない
- ・多くの溺水では少量の水を嚥下したときに迷走神経反射が亢進して2～3分以内に喉頭痙攣を生じ、窒息状態となって意識が消失する（水の皮膚への知覚刺激による副交感神経反射を介した即時的心停止も起こりうる）。また、時間がさらに経過すると無酸素弛緩により声門が開放されて水は気道内に流入する
- ・溺水の病態は浸水時の喉頭痙攣による窒息に起因する低酸素血症とそれに続発する脳障害および呼吸不全である
- ・正常体温下では心停止により数分間脳血流が遮断されると不可逆性脳障害をきたすため、溺水の予後を決定する最大の因子は現場での心肺蘇生の成否である
- ・蘇生後の集中治療の要点は脳保護と呼吸循環を中心とした全身管理である。最近では軽度脳低温療法（脳温34～36℃）の有用性が注目されている^{2, 3)}

症例

1歳8カ月の男児。午後2時頃母は残り湯をしていた浴槽の栓を抜いて部屋の掃除を始めたが、そのとき患児が1人で浴室に入っていくのを目撃していた。約5分後に母が浴室を見に行くと、浴槽内には水がほとんど残っており、児がうつ伏せになって浮いていた。

母が引き上げた時点で児はすでに呼吸をしておらず、母は119番通報するとともにその場で無我夢中で人工呼吸を行った。母が数回息を吹き込んだとき、患児は嘔吐とともに自発呼吸を再開し、それとともに顔色が戻り、マスクで酸素吸入を受けながら浸水から15分後に当科へ救急搬入された。

来院時体温35.2℃で、皮膚は蒼白かつ冷感がみられた。心拍数130回/分、血圧70/35 mmHg、SpO₂ 93%、意識レベルはJCS (Japan coma scale) 200で、瞳孔は正円同大、対光反射を認めた。自発呼吸はみられたものの微弱であったため、救急室で直ちに気管挿管と点滴および採血を行った。その後、脳浮腫対策と呼吸管理を中心とする全身管理を開始したが、入院後1～2時間に全身性强直痙攣が3回出現した。

1 まずすべきこと・気をつけること

- ① 当然のことながら、来院時にまずやるべきことはバイタルサインのチェックである。小児の溺水調査¹⁾によると、病院収容時に心停止、呼吸停止を認めた場合の死亡率はそれぞれ

71.1%, 62.3%であったのに対して, 心停止, 呼吸停止を認めなければ, 後遺症なく回復した者の割合はそれぞれ94.4%, 96.0%に達する。

- ② 具体的には心肺モニターとパルスオキシメーターを装着しつつ, 心拍数と呼吸数を測定する。ついで, 酸素飽和度, 血圧, 体温を測定し, 意識レベル (JCS) を評価する。体温測定は緊急処置に追われて忘れられることも多いが, できれば深部体温 (特に直腸温) も測定する。
- ③ 呼吸停止があれば直ちに気管挿管のうえ, 手動的または人工換気, 酸素投与を行う (吸引は必要最小限でよい)。さらに, 心停止があれば心マッサージを行いつつエピネフリンを投与し, 心室細動があれば除細動 (2→4→4 J/kg) を行う。蘇生時に強いアシドーシスがあれば重炭酸ナトリウムを投与する。

2 次にすべきこと・気をつけること

- ① 心肺蘇生を行いつつ静脈路を確保し, その際同時に採血も行う。点滴が難しい場合は迷わず骨髄針を用いる。輸液は乳酸加リンゲル液 (K を含まない電解質液) で開始し, 輸液量としては維持量の60%を目安とする。循環不全が疑われたら10~20 ml/kgのボラス投与を行う。胃管カテーテルを留置し, 腹満軽減と誤嚥防止を図る。
- ② 心拍が再開したらカテコラミンを使用しつつ病室 (ICU) へ移動して脳蘇生に全力を注ぐ。投与薬剤に配合禁忌があることや薬剤を持続投与中のルートが詰まった場合のことを考えると, 静脈路は2ルート確保することが望ましい (可能なら1ルートは中心静脈路で)。さらに, 可能ならAラインも確保して血圧のモニターと経時採血 (動脈血ガスや電解質測定など) に利用する。また, 尿道カテーテルを留置して尿量を測定する。低体温があれば深部体温が32℃以上になるまで加温酸素, 加温輸液, 電気毛布, 湯たんぽなどを使用して加温する。

3 医療面接のポイント

- ① 溺水では低酸素血症によるダメージの程度が予後を決定するため, 溺水事故発生時の状況を正確に聴取する (浸水時間, 現場の水温と水の汚染度, 発見時の心肺蘇生の有無と成否, 病院到着までの時間)。ただし, 近くにいた保護者 (多くは母親) は自責の念にかられているため, 事故の原因に関してはあまり言及しないようにする。
- ② 家族全員が共通認識をもつように両親のみならず祖父母も同席のうえで現在の病状と今後の治療方針を説明する。また, 家族への説明内容に対するスタッフ全員の理解を統一させておく。冷水溺水では2時間近く心肺停止状態にあっても完全に回復する場合もありうるので, 心拍が再開したなら後遺症を少しでも少なくするためにできる限りの治療を行っていく旨を説明する。
- ③ 低体温下では生体反応が抑制されて生死の判定が困難になるので, 深部体温が32℃以上に復温するまでは死亡宣告は行わない。さらに, 心拍が再開しなくても32℃以上に復温後1時間は蘇生を続ける。

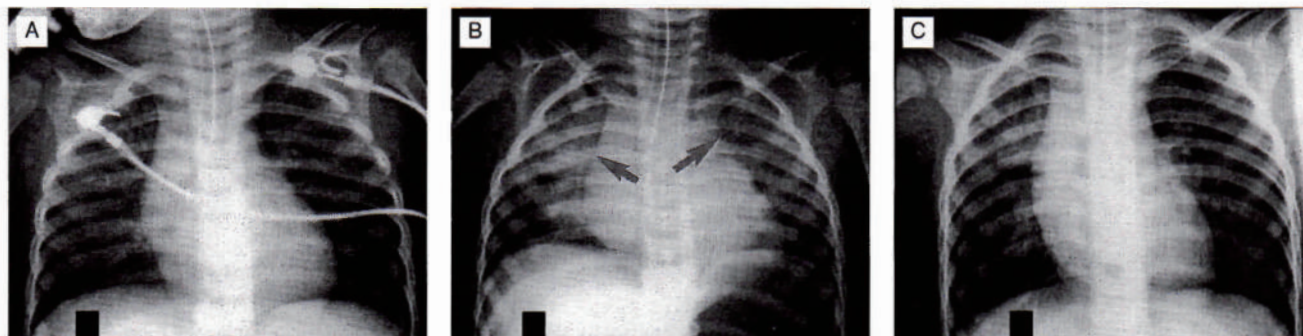


図1 呈示症例の胸部X線

A：入院時，B：2時間30分後，C：20時間後。

4 身体所見のとり方のポイント

- ① バイタルサインのチェックが最重要であることは前述した通りであるが，低酸素性脳症の予後に関連する神経学的評価を正確に行う（JCS，瞳孔サイズ，対光反射の有無，深部腱反射や病的反射の有無など）。さらに入院時だけではなく，それらの所見の推移をくり返し確認していくことが重要である。
- ② 飛び込み事故，高速モーターボートの事故，目撃者のいない事故では脊髄損傷をはじめ外傷の有無に注意する。また，浴槽溺水では虐待の可能性についても留意する。
- ③ 淡水溺水では1～3 mlの少量吸引であっても肺サーファクタントが不活性化される（海水では不活性化は起こらないが，希釈されて欠乏状態にはなる）とともに肺胞の毛細血管や肺胞壁が障害されるために肺胞腔内への血漿成分の漏出がおり，肺水腫をきたす。したがって，24時間以内は湿性ラ音の増強，多呼吸，低酸素，気道分泌物の増加（ときに泡沫状の血液混入）などに注意する必要がある。

5 検査のポイント

- ① 血液検査：低酸素血症および代謝性アシドーシスの評価のためには血液ガス分析は不可欠である。緊急時には動脈血採取にこだわらず，静脈血ガス分析で代用する。血糖は低酸素性脳症時のカテコラミンサージの大量放出（受傷3～6時間以内）の指標となる。その他，電解質異常（Na，K，Ca），DIC（血小板，凝固系，赤沈），感染（CRP），サイトカインストーム（可溶性IL2レセプター， β_2 ミクログロブリン，IL6〔保険適応外〕），多臓器不全（肝・腎機能，CK）のチェックも必要である。
- ② 搬入時の一通りの処置が終了したところで，胸部X線・脳波検査（いずれもベッドサイドでのポータブル検査）を行い，できれば頭部CT検査も緊急で行う。
- ③ 初診時の胸部X線が正常であっても24時間以内は肺水腫を起こす可能性があり（重症では3～4時間以内のことも多い），疑われたときはすみやかに再検をする。
- ④ 呈示症例の検査結果について示す。入院時血液検査では高血糖（388 mg/dl）とアシドーシス（pH 7.084，BE - 13 mmol/l）を認めた。入院時のX線（図1 A）では特に異常はなかったが，2時間30分後（図1 B）には肺門部を中心に両側（右>左）に浸潤影（ \blackrightarrow ）が出現して肺水腫と考え，肺サーファクタントによる気管内洗浄を行ったところ，20時間後（図1 C）

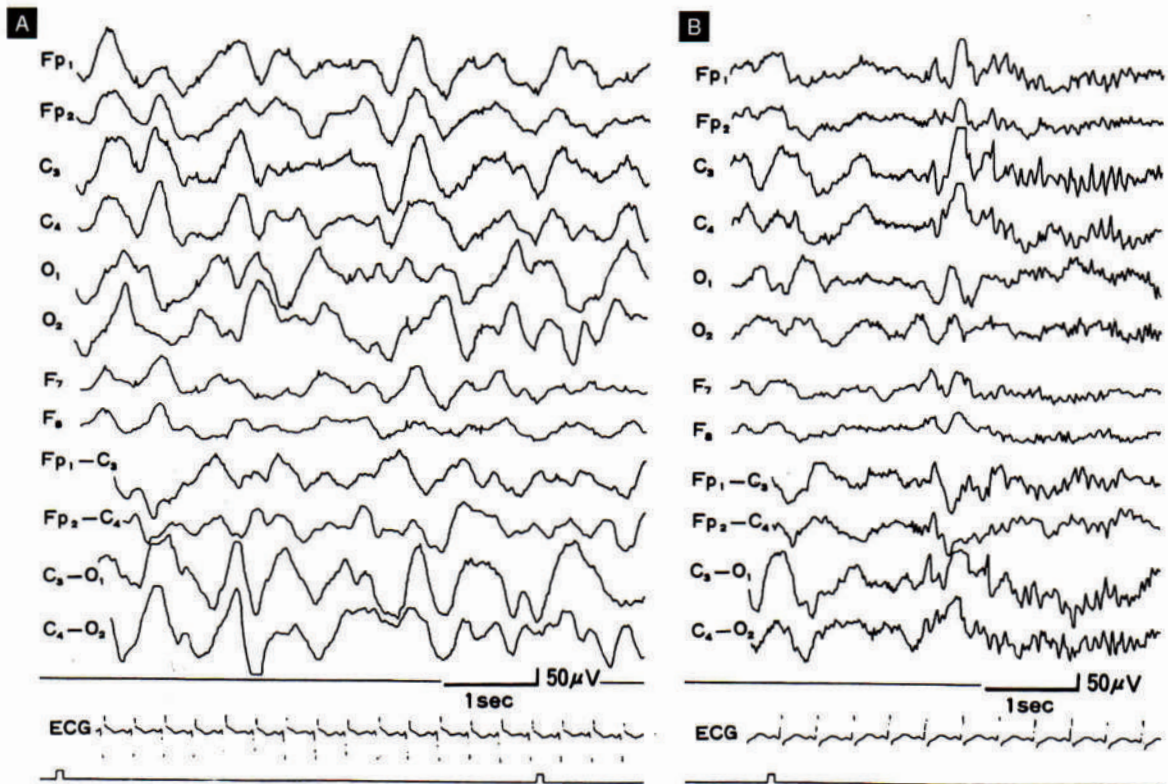


図2 呈示症例の脳波

A：入院時 (JCS 200), B：翌日 (JCS 100).

には透過性は改善していた。入院時の脳波 (図2 A) では徐波傾向を認めたが、翌日 (図2 B) には徐波は消失していた。一方、入院時の頭部CT (図3 A, B) は正常であった。

6 具体的な対応手順 (実際の薬剤投与方法については表に示した)

1) 呼吸管理

活性酸素を増加させるためPaO₂は100 mmHg以上には上げないようにする。PaCO₂は高すぎると脳浮腫を増悪させ、低すぎると虚血をきたすため30～40 mmHgに保つようにする。挿管時には呼気終末陽圧 (PEEP: positive end-expiratory pressure) を5～10 cmH₂Oと高めに設定する。蘇生後の代謝性アシドーシスはなるべく重炭酸ナトリウムを使用せず、過換気で補正する。肺水腫併発時には肺サーファクタントによる気管内洗浄⁴⁾を行う。痙攣予防と鎮静を保つためミダゾラムを持続点滴する。ファイティング時にはパンクロニウムを使用する。

2) 循環管理

尿量1 ml/kg/時以上を適切な循環動態の指標とし、最低0.5 ml/kg/時以上は確保するようにする。血圧が保てないときはドパミンを投与し、心収縮力増強が必要なときはドブタミンを使用する。

3) 脳蘇生

頭部を挙上 (15～30°) し、維持輸液は60%に制限する。10%グリセリンの投与と痙攣予防 (ミダゾラム、チオペンタール) を行う。持続的高膠質浸透圧療法やループ利尿薬 (フロセミド)

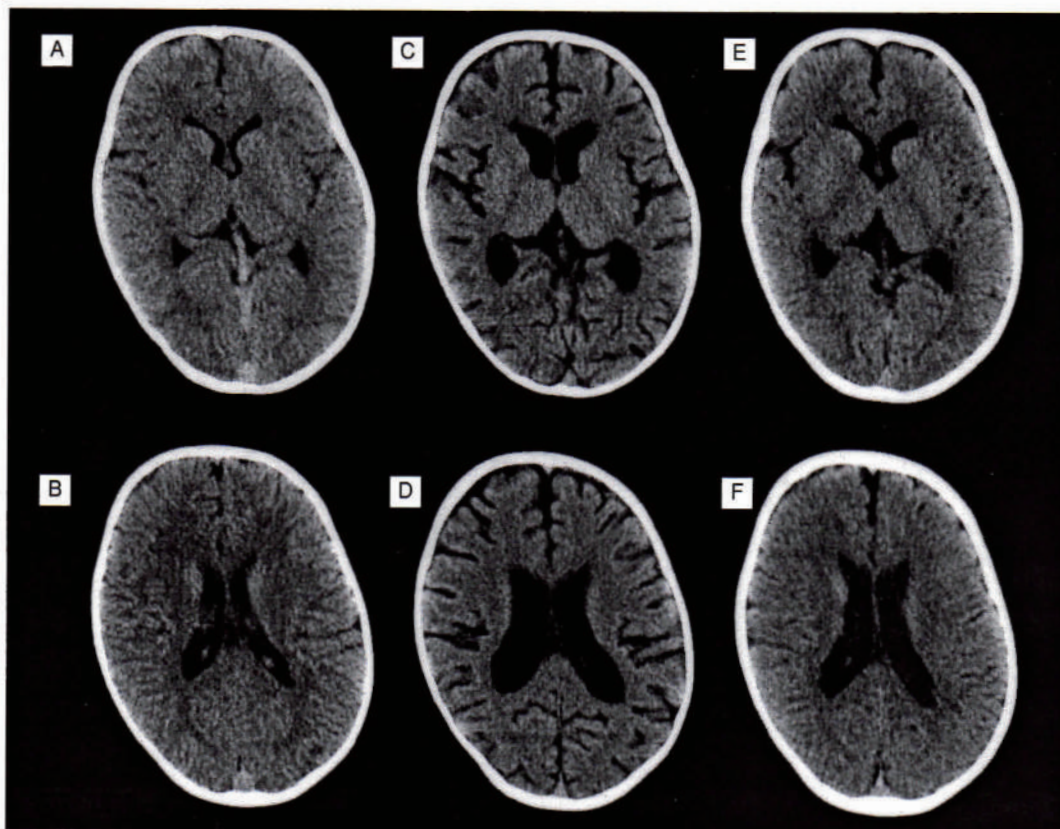


図3 呈示症例の頭部CT

A, B:入院時, C, D:1カ月後, E, F:8カ月後.

2つのスライス部位について経時的変化を示した(A→C→E, B→D→F).

も試みる⁵⁾。昏睡で血糖180 mg/dl以上でショック状態になっておらず、受傷3時間以内の症例であれば軽度脳低温療法(34~36°C)が有用とされている^{2, 3)}。ただし、本療法は厳密な体温モニターおよび全身管理のためICU入室が必要で実施可能な施設は限定される。

4) その他

肺炎を合併することが多いため感染対策(抗生物質, γグロブリン)を行う。浴槽溺水ではレジオネラ, 緑膿菌もカバーするようにする。ステロイドは虚血性脳浮腫には無効とされているが, 高サイトカイン血症や肺水腫には有効な場合もある。ストレス潰瘍の予防に抗潰瘍薬(H₂受容体拮抗薬)を投与する。遷延性意識障害にはTRH-t(ヒルトニン[®])を投与する。

5) 呈示症例の経過

3病日には開眼し, 10病日には意識清明, 寝返り可能となり, 25病日よりVojta訓練を開始した。34病日に座位, 3カ月後に独歩, 「マンマ」のみ発語可能となり, 4カ月後には訓練を終了したが, 5歳となる現在も言語発達遅延がみられる。頭部CTは1カ月後(図3 C, D)に萎縮が明らかとなったが, 8カ月後(図3 E, F)には改善を認めた。

7 上級医・専門医へのコンサルトが必要な場合

- ① 重症溺水ではチーム医療による集中治療が不可欠であるため, 救急隊から連絡があった時点

表 溺水の集中治療

薬品名	商品名	投与方法
エピネフリン	ボスミン® 1 A : 1 mg/ml	①静脈/骨髄内：0.01 mg/kg (10倍希釈で0.1 ml/kg) ②気管内・心腔内：0.1 mg/kg (原液で0.1 ml/kg ≤ 1 ml) 必要に応じて3～5分ごとにくり返す。2回目以降は①では10倍量まで考慮、②は同量で投与
重炭酸ナトリウム	メイロン® 1 A : 20 ml	蒸留水または5%ブドウ糖液で2倍希釈で、1 mEq/kg (8.4%溶液で1 ml/kg, 7%溶液で1.2 ml) の半量を、換気が確保されているときのみゆっくり静注
カテコラミン (多巴ミン)	イノバン® 1 A : 100 mg/5 ml	イノバン® 1 A + 生食50 mlを0.1 ml/kg/時 (3 μg/kg/分) で点滴開始 必要に応じて20 μg/kg/分まで増量
カテコラミン (ドブタミン)	ドブトレックス® 1 A : 100 mg/5 ml	ドブトレックス® 1 A + 生食50 mlを0.1 ml/kg/時 (3 μg/kg/分) で点滴開始 必要に応じて20 μg/kg/分まで増量
ミタゾラム	ドルミカム® 1 A : 10 mg/2 ml	①痙攣・不穏時：0.15 mg/kg静注 (ドルミカム® 1 A + 5%ブドウ糖液8 mlを0.15 ml/kg) 効果なければ3～5分後に同量を追加する 静脈路が確保できなければ、鼻腔・口腔内、または筋肉内へ0.3 mg/kg/回を原液で投与する ②痙攣予防・鎮静：上記静注後にドルミカム® 5 A + 5%ブドウ糖液40 mlで0.1 ml/kg/時 (0.1 mg/kg/時) で点滴開始する。効果がなければ0.1 ml/kg/時ずつ漸増して0.5 ml/kg/時 (0.5 mg/kg/時) まで投与可能
パンクロニウム	ミオブロック® 1 A : 4 mg/2 ml	0.1 mg/kg静注 (1～2時間ごとに)。連用時は蓄積作用に注意する
肺サーファクタント	サーファクテン® 1 V : 120 mg	乳幼児では1 Vを10 mlの温生食に溶解してディスポシリンジに吸い、栄養チューブをつけて気管挿管チューブを介して清潔操作で気管内洗浄を行う 体位は仰臥位→右側臥位 (頭部挙上、臀部挙上) →左側臥位 (頭部挙上、臀部挙上) の5つで、サーファクタントを5分割して洗浄する。洗浄後100% O ₂ でbaggingしSpO ₂ 98%以上まで回復してから次の体位に移る。なお、年長児では2 V/20 mlで行う 本剤の保険適応病名は「呼吸窮迫症候群」のみである
10%グリセリン	グリセオール® 1 V : 200 ml	5～10 ml/kgを30分～1時間かけて、6～8時間ごとに点滴静注する
チオペンタール	ラボナール® 1 A : 500 mgを蒸留水20 mlで溶解して使用 (強アルカリのため原則として単独投与)	ミタゾラム静注を2～3回繰り返しても痙攣が止まらないときには、4 mg/kg/回 (0.16 ml/kg/回) を5%ブドウ糖液10 mlで希釈してゆっくり静注する (呼吸抑制に注意する。また、乳酸加の点滴では沈殿が生じるため、点滴刺入部により近い三方活栓から投与する) →痙攣抑制後はラボナール® 2 ml (50 mg) + 生食48 mlで1 ml/kg/時 (1 mg/kg/時) で点滴開始する。4 ml/kg/時 (4 mg/kg/時) まで増量可能
持続的高膠質浸透 圧療法		20%アルブミン10 ml/kg/12時間点滴と、凍結血漿10 ml/kg/12時間点滴を交互に3日間施行
フロセミド	ラシックス® 1 A : 20 mg/2 ml	0.5～1.0 mg/kgの間歇的経静脈投与
γ-グロブリン	ベニロン® 1 V : 0.5 g, 2.5 g	150 mg/kg/回点滴静注を3日間施行
ステロイド (デキサメタゾン)	デカドロン® 1 A : 4 mg/ml	0.15 mg/kg/回 × 4回/日 (6時間ごと) × 4日間静注
ステロイド (メチルプレドニ ゾン)	ソル・メドロール® 1 V : 40, 125, 500, 1,000 mg	20～30 mg/kgを5%ブドウ糖液100 mlに希釈して2時間で点滴静注を3日間施行 (前日からのヘパリン化が必要。ヘパリン化は終了後3日位まで。終了後は水性プレドニン静注 1 mg/kg/日程度で補充療法を行う)
H ₂ 受容体拮抗薬 (ファモチジン)	ガスター® 1 A : 20 mg	1 mg/kg/日を分2で静注
TRH-t	ヒルトニン® 1 A : 0.5 mg/ml	0.05 mg/kg/日 (Max 1.0 mg/日) を点滴静注 (生食50 mlで希釈して30分間) または筋注にて14日間使用。1週間の休業期間において通常2クール行う

上記薬剤の配合禁忌の組み合わせ (別ルートからの投与が必要) :

- メイロン®とイノバン®, ドブトレックス®, ソル・メドロール®
- ラシックス®とイノバン®, ドルミカム®, ミオブロック®, ガスター®
- ソル・メドロール®とドブトレックス®, ガスター®

で必ず意識障害，呼吸不全，心不全の有無を確認し，該当するものが1つでもあれば直ちに上級医に連絡して指示を仰ぐようにする．特に，脳低温療法の適応となる症例では高次医療施設への転送のタイミングを逸してはならない．

② 以下の risk factor が認められる場合にもコンサルトが必要である．

- ・浸水時間 10 分以上
- ・搬入時体温 35℃以下
- ・瞳孔散大
- ・来院時の pH 7.0 以下
- ・血糖 250 mg/dl 以上⁵⁾
- ・経過中の脳波異常（低振幅徐波または平坦脳波）
- ・意識清明化に 7 日以上を要する⁶⁾

アドバイス

- ① 小児の溺水の半数は浴槽で発生しているが，大人のちょっとした不注意（入浴中の電話に子どもを残して風呂場を出る，洗髪中の事故）が原因となることもあり，事故防止のための啓発（特に 2 歳未満）が重要である．
- ② 呈示症例では発見時浴槽内に残し湯がほとんど残っていて，患児が投げ込んだと思われる風呂桶や石鹸箱などが浮かんでいた．そして，浴槽内では投げ込まれたシャンプーの容器が逆向きになって浴槽の排水口にはまり込んで栓をした形になっており，残し湯が流れ出なくなっていた．保護者への調査では約半数の家庭が残し湯をしており，「子どもが浴室内に 1 人で入れないように工夫すること」，「残し湯をしないようにすること」への啓蒙も溺水防止のためには不可欠である．
- ③ わが国の心肺蘇生法の普及率は 2～3 割程度にすぎないが，溺水事故の予後改善のためには現場での発見者による的確な心肺蘇生が最も重要であり，保護者だけではなく全国民への普及促進が望まれる．なお，誤嚥された水は急速に吸収されるため，引き上げ時に水を吐かせる必要はなく，一刻も早く心肺蘇生を開始するべきである．

文 献

- 1) 水田隆三：溺水－現状・予後・現場での初期治療・予防対策－．小児科臨床，50：1735-1744，1997
- 2) 「脳低温療法の基礎と臨床」(片岡喜由，林 成之 編)，総合医学社，東京，1998
- 3) 「小児救急イニシャルマネージメント」(市川光太郎 編)，中外医学社，東京，2003
- 4) 藤田裕美 ほか：人工肺サーファクタントによる気管内洗浄が有効であった淡水溺水の 1 例．小児科臨床，47：1011-1015，1994
- 5) 市川光太郎：溺水．小児科臨床，53：2277-2284，2000
- 6) 山森重紀 ほか：当科における小児溺水症例 25 例の臨床的検討．京二赤医誌，23：60-70，2002

私が大変感銘を受け，医師を志すすべての人へ推薦したい書籍

- 1) A. J. クローニン：「城砦」(竹内道之助 訳)，三笠書房，1983

著者プロフィール

長村敏生
Toshio
OSAMURA

所属：京都第二赤十字病院小児科。
専門：小児神経，小児救急，小児保健。
わが国では次代を担う子どもたちの健康を障害する事故に対する国民の意識がきわめて低い．保護者に責任を押しつけるのではなく，「社会全体で子どもを守る」という意識を共有したうえで，系統的かつ科学的に防止対策に取り組む必要がある．そのための情報発信基地として子ども事故防止センターの設置が今後不可欠である．