

溺水・溺死

辻岡三南子*

溺水 (near drowning) とは、水中において窒息、低酸素状態になったもので、溺水の結果、死亡に至るものを溺死 (drowning) という。わが国では、外国に比べて老人と乳幼児の溺死による死亡率が高く、他の国に比して浴槽における事故が多い。しかし、当然のことながら、水泳中などの事故も数多く、頻度の高いプール、海水浴場などでの水泳中の事故に加えて、ヨットやボートなどからの転落、釣り、ウィンドサーフィン、ダイビングなどでもみられる。溺水事故には予防可能なものがあるといわれている。また、救助、処置などの遅れから死に至ったり、低酸素による脳の障害などの重大な後遺症が残る可能性があるため、病態を理解し迅速に対応することが重要である。

わが国における溺水及び溺死

わが国の1997年の統計¹⁾では、不慮の事故による死亡数は38,886人で全死亡数の7.2%を占めており、死亡順位の第5位となっている。溺死及び溺水は、不慮の事故のうちでは交通事故、窒息、転倒・転落に次いで多く、1997年の死亡総数は5659人で、不慮の事故の14.6%を占める。外国との比較においては、わが国では特に老人と乳幼児において溺死による死亡率が高いという特徴がある。表1に、わが国とアメリカ合衆国ならびにイギリスとの年齢階級別死亡率の比較を示す。例えば、アメリカ合衆国と比較すると、0歳ではアメリカ合衆国が出生10万対1.8に対してわが国では2.1、65～74歳ではアメリカ合衆国が人口10万対0.8に対して

表1 溺死の死亡率の国際比較 (年齢階級別) ー日本とアメリカ合衆国とイギリス (人口10万対)

	総数	0歳 ¹⁾	1～4	5～14	15～24	25～34	35～44	45～54	55～64	65～74	75歳以上
日本 ²⁾	4.5	2.1	2.6	0.9	1.0	1.1	1.4	2.5	4.1	9.6	31.7
アメリカ合衆国 ³⁾	1.3	1.8	3.0	1.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.9	0.8	1.7
イギリス ⁴⁾	0.5	1.2	0.5	0.2	0.7	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.7

注 1) 0歳の死亡率は出生10万対の率である。

(1999年「国民衛生の動向」より抜粋、改変)

2) 1997年 3) 1994年 4) 1995年

資料 厚生省「人口動態統計」

WHO「World Health Statistics Annual 1996」

* 慶應義塾大学保健管理センター

9.6と、高くなっている。日本では浴槽での溺水事故が多いのが特徴的で、小児科領域の604人の溺水及び溺死例の報告²⁾では、47.4%が浴槽で起こっている。一方アメリカ合衆国ではプールなどにおける事故が多く、浴槽での事故は8.7%にすぎない。アメリカ合衆国の浴槽での溺水例には、けいれん発作、アルコール及び薬物使用など特別な原因を認める場合が多いという。水の事故は一般に夏が多いが、わが国の場合には冬場にも多く認められる。その原因の一つに入浴との関連があげられる。

海、プール、川などにおける溺水事故も、小児では全体の約半数を占めており、重要である。アメリカの調査では、子供の溺水事故はその約90%が水際から10m以内で起こっているといわれており、少量の水あるいは浅いところでも起こる可能性があることには注意が必要である。また、最近のスポーツブームから、疾患を有する中高年などの溺水事故も、非常に重大な問題である。

溺水の病型と病態生理

溺水の原因のほとんどは、水(液体)が肺に入り窒息を起こすことによるが、これを湿性溺水(wet drowning)という。この場合には、呼吸で肺に液体が流入し、意識消失により声門が開き、肺胞は大量の液体で満たされる。そのうちに呼吸は停止し、低酸素状態から不整脈、心停止を起こす。一方、液体の刺激により喉頭痙攣や気管支痙攣を起こし、肺への水分の流入がみられないか、あるいはごくわずかのみみられるものを乾性溺水(dry drowning)という。乾性溺水は、溺水の10~15%であるといわれ、やはり窒息から低酸素となり心停止を起こす。

その他の病型として、冷水刺激による副交感神経の反射により徐脈、心停止を起こす

immersion syndromeがある。非常に冷たい水に入った際に突然死を起こすような場合、このimmersion syndromeである。Diving reflexと呼ばれるのも同様の反応で、顔面が20℃以下の冷水にふれると徐脈を生じる。実際に、4℃の冷水に顔をつけると心拍数が約50%も減少することもある。徐脈以外に、同時に起こる末梢血管や内臓の血管収縮、それに伴う脳や心臓の血流増加、低体温による脳代謝の低下などがみられる。長時間浸水にもかかわらず後遺症なく救命できる症例がときに見られるが、それには低体温とこのdiving reflexが関係しているといわれている³⁾。

湿性溺水の場合に、吸引された水が海水か淡水かによって、病態生理上違いがあるといわれている。海水は高張であるために肺胞内に血中から水分が移動し、肺胞内水分貯留、肺水腫を起こす。同時に循環血液量減少、高ナトリウム血症などを生じる。一方、淡水の場合には低張であるため、サーファクタントの変化を介して、肺胞の虚脱を引き起こす。また、淡水は肺胞から血中へ移動し、循環血液量の増加、溶血、高カリウム血症などを起こすといわれている。ただし、海水、淡水いずれの場合であっても、治療には差をつける必要はない。以前は、溺水の病態の主体は循環血液量の変化と電解質異常であるといわれていた。しかし、致死的な電解質異常を起こすためには22 ml/kg以上の水分の吸入が必要といわれており⁴⁾、実際に大多数の者はそれ以下の水分の吸入で死亡していることから⁵⁾、現在では溺水の病態の中心は低酸素血症であると考えられている。

溺水の原因

「溺れる」というと、水中あるいは水面で、もがきながら助けを求めているような状況を思い浮かべる人は多いだろう。しかし、実際の溺

水事故の現場では、このような例の報告はあまりない。事故の目撃者の報告では、水面あるいは水面下を漂っているうちに動かなくなった、死んだふりをしているように見えた、プールに飛び込んだまま浮かび上がってこなかったなどの場合が多いようである⁶⁾。

溺水に至る状況には、冷水刺激による反射、気管内に水分を吸入して起こる反射などの原因以外にも、飛び込んだ際の頭部外傷、頸椎損傷、潜在性心疾患による重症不整脈、意識消失発作、痙攣発作、低酸素血症、低体温、疲労、アルコールやその他の薬剤の影響による反応性低下や判断力低下、過換気による反応性の低下、など様々なものがある。このうちで、過換気によるものは、素潜りの潜水前などのように過換気を行った場合に起こる。過換気によって息こらえの限界が延長し、潜水中に貯留してきた二酸化炭素によって呼吸中枢が刺激される以前に、低酸素が進行して意識消失、溺水する。また、筋肉の痙攣、平衡障害、パニックなどが原因で起こるものもある。その他、稀ではあるが寒冷誘発性アナフィラキシーなども原因となりうる。溺死の原因疾患としてよくみられるものとして、冠動脈疾患、心筋疾患、弁膜疾患、大動脈疾患、脳血管疾患などがあげられる。

溺水の予防

日本に多い浴室での事故やアメリカなどの自宅プールの事故を予防するためには、風呂のふたやプールの柵や鍵の工夫、子供から目をはなさないなどのいくつかの注意点がある^{2), 7)}。しかし、ここでは、スポーツジムなど一般のプールで水泳を行う場合の溺水事故を中心に述べる。

スポーツとして水泳を楽しんだり、講習を受けたり、あるいはマスターズなどの水泳大会に出場する場合には、メディカルチェックを受けることが望ましい。水泳に限らず、運動は突然

死の誘因となることがあるために、突然死の原因となる疾患が潜在していないかチェックする必要がある。特に40歳以上で動脈硬化危険因子を持つ場合には必ず受けるべきである。また、泳ぐ前の健康状態により事故のリスクが高くなることがあるので、発熱性の疾患、睡眠不足、過労、飲酒などがある場合は無理に泳がないことが大切である。普段から、ウォーミングアップ、クーリングダウンなどは十分に行い、息苦しさなどの自覚症状がでたら無理をせず中止することが大切である。また、施設としてはプールの水温があまり低くならないように気をつけるべきである。水温 25℃ 以下では、血圧を変化させたり、不整脈を誘発するので注意を要する⁸⁾。また、当然ながら早期に溺水例を発見するための監視体制の充実、整備などに加えて、従業員なども心肺蘇生法を修得することも必要である。

学童のプールでの水泳の場合などでは、健康診断の心電図で QT 延長、高度の徐脈や頻脈、期外収縮の多発などの心電図異常を認める生徒は飛び込みの禁止や、diving reflex の把握を行い、心肺停止、不整脈死に注意を要する。また、てんかんでは過呼吸で発作を誘発することがあるので注意を要する⁹⁾。

溺水の救急処置と医療機関での治療

溺水の治療の目的は、救命と低酸素による後遺症を残さないことである。脳の障害を起こさないことが重要となる。心肺停止している場合は、救急車が到着する前に、できるだけ早く心肺蘇生法を開始する。心肺停止から 4 分以内に心肺蘇生法を開始すれば、救命率は 40~50% であるといわれており、当然ながら時間が経過するほど救命率は低くなる。また、早期に治療開始を開始すればするほど、重大な後遺症の発現も少ない。水上でも呼吸吹き込みなどの蘇生法

を開始したほうがよいとする意見もあるが、救助者も含めて水上あるいは水中では危険が伴ううえに、不十分な方法しかできないので、一般には水から上げて行うのがよいとされている。また、溺水者の肺内の水を排出させるために、Heimlich法（背部から回した手を上腹部で組み、上腹部を急激に圧迫することにより気道内圧を高め、異物を除去する方法）の施行を勧めるものもあったが、水分の排出量が不確定であること、人工呼吸開始が遅れること、頸椎損傷例では危険が伴うこと、などから気道が閉塞していない場合には勧めないとする意見が現在は主流である^{10, 11)}。特に転落などの場合の溺水患者では、内臓損傷や骨折を伴う場合があるので注意が必要である。

医療機関では体温を含むバイタルサイン、動脈血ガス、心電図、胸部X線撮影、電解質を含めた血液検査などが行われる。体温は鼓膜温、直腸温などで深部体温を測定する。来院時の低体温は通常予後不良であるが、冬季の冷水での溺水の場合には特に子供の場合などには予後がよいことが知られている。死亡判定も、深部体温が32℃以上ならば1時間、32℃未満ならば体温を32℃までもどしてから判断すべきである¹²⁾。

溺水患者の呼吸管理は重要である。救出時には軽症にみえても、時間とともに肺水腫などをきたすものがあり、二次溺水（secondary drowning）と呼ばれる。溺水患者においては、必要があれば積極的に気管内挿管、人工呼吸を施行する。肺水腫例では、呼気終末陽圧（PEEP）を用いた持続的陽圧呼吸などが有効である¹³⁾。また予防的PEEPも推奨される。溺水から生じた成人型呼吸窮迫症候群（ARDS）では短期の人工呼吸ですむことが多く、また圧外傷の危険も少ないので、積極的にPEEPを用いた人工呼吸管理が勧められている¹⁴⁾。

ステロイドや予防的抗生物質投与の有効性は証明されていない⁵⁾。低酸素脳症による脳圧亢進例では、人工呼吸による過換気などが脳圧を低下させる効果がある。また、高血圧の症例では血圧コントロールを行う。その他の新しい治療法としては、サーファクタント補充療法、PCPS（percutaneous or portable cardiopulmonary support system）、脳低体温法なども溺水患者に用いられているが、治療効果などにはまだ不明な点も多く、今後の検討が待たれている¹⁴⁾。

おわりに

溺水および溺死について現状、病態、治療などについて述べた。

溺水は水泳の技術とは関係なく、水泳がうまい人にも、また少量の水や浅いところなど、私たちの周囲でも起こりうる。また、万一溺水事故が起こった場合には、身近にいる人による心肺蘇生法などの迅速な治療が重要である。重大な後遺症の予防や救命のためには、救急車が到着する以前の治療が非常に大切である。溺水および溺死を正しく理解するとともに、多くの人に心肺蘇生法を身につけてもらいたいと思う。

文 献

- 1) 国民衛生の動向. 46: 54-55, 1999
- 2) Mizuta R, et al: Childhood drownings and near-drownings in Japan. *Acta Paediatr Jpn* 35: 186-192, 1993
- 3) Fiser DH: Near-drowning. *Pediatrics in Review* 14: 148-151, 1993
- 4) Modell JH, Davis JH: Electrolyte changes in human drowning victims. *Anesthesiology* 30: 414-420, 1969
- 5) Volturo GA: Submarine injury. *The clinical practice of emergency medicine*. 2nd ed, Lippincott, Philadelphia, p. 1500-1503, 1996
- 6) Modell JH: Drowning. *N Eng J Med* 328: 253-256, 1993

- 7) Rivara FP, Aikten M: Prevention of injuries to children and adolescents. *Adv Pediat* 15 : 37-72, 1998
- 8) 菊池利夫 : 溺水事故の臨床的特徴と指導上の注意. *Jpn J Sports Sci*, 13 : 171-175, 1994
- 9) 羽鳥裕 : 心停止・溺水・ショック. *臨床スポーツ医学*, 15 : 242-245, 1998
- 10) Thanel F: Near drowning. *Postgrad Med* 103 : 141-153, 1998
- 11) Haynes BE: Near drowning. *Emergency Medicine 4th American College of Emergency Physicians*. MacGraw-hill, New York, p. 890-893, 1997
- 12) 森和久, 他 : 溺水. *臨床と研究*, 71 : 2029-2036, 1994
- 13) 安本和正 : 溺水. *救急医学*, 19 : 442-443, 1995
- 14) 宮城良充, 他 : 溺水. *救急医学*, 22 : 1408-1413, 1998