

著者:

David Szpilman M.D. ミゲルコート市立病院、リオデジャネイロ

Joost .L.M.Bierens,M.D. 溺水防止協会、アムステルダム

Anthony J. Handley, M.D. 英国王立救命協会

James P. Orłowski, M.D. 南フロリダ大学フロリダ病院、タンパ、米国

NEJM、May31、2012 に溺水 (Drowning) の総説 (Current Concept) がありました。

知らないことばかりでしたのでまとめてみました。

著者はリオデジャネイロの Dr. David Szpilman 達です。

リオデジャネイロと言えばコパカバーナという有名な美しいビーチがあります。

<http://www.worldtourismplace.com/copacabana-beach-resort-in-rio-de-janeiro-brazil/>

(リオデジャネイロのコパカバーナビーチ)

以前、当西伊豆病院でダイビングがブームになり、インストラクターに病院に来てもらって講義をして頂き皆で PADI のダイビングの資格を取りました。

しかし土肥の海で、皆でそろって土左衛門になりかかって以来、当院ではダイビングは長いこと禁句でした。

溺水は 5 歳から 14 歳児死亡の主原因だそうです。

特にアフリカ、中央アメリカ等の後進国の溺水発生率は何と米国の 10 倍から 20 倍だそうです。

またてんかん患者の溺水リスクは正常人の 15 倍から 19 倍にもなるので注意が必要です。

以前、東京の身障者施設の患者さんたちが西伊豆に合宿に来られました。

プール付きの宿泊施設に泊まったのですが 1 人の方がプール内でてんかん発作を起こし車で当院に搬入されました。既に死亡されていました。

有名大学の精神科のドクターが同伴しておられたのですが、驚いたのは CPR が一切されてなかったことでした。昔は医師になるのに単科のストレート研修が多かったので、こういうことが起こります。多科ローテートは絶対に必要だなあとこの時つくづく思いました。

溺水の定義は「沈水 (submersion)、浸水 (immersion) で呼吸障害が生ずること」です。

溺水の意味があいまいなことが多く統計を取るに問題なのだそうです。

例えば、海で溺れかかった患者さんがピンピンしていても小生、保険病名は今まで「溺水」にしていました。

溺れたけど助かった患者は「水難救助 water rescue」されたのであり溺水ではないということです。

溺水で救助された場合は nonfatal drowning、死亡した場合は fatal drowning とすべきだとのこと。

near drowning のような曖昧な言葉は使うべきでないそうです。

大変意外だったのは、溺水では心調律は頻脈→徐脈→PEA→無収縮となり、心室細動が起こるのは稀なのだそうです。ですから溺水の心停止では AED は余りに立たず費用対効果が良くないそうです。しかし溺水の心停止の原因が冠動脈疾患だったり、極端な低体温、既にエピネフリンやノルエピネフリンが使用されている場合は心室細動を起こし得ますから、AED が全く役に立たないわけでもありません。

以前、ダイビングの最中にクモ膜下出血を起こし溺水された方もいました。

その息子さんが獣医だったのですが、「Na の正常値は大体 140 位なんですけど・・・」と説明したら「へーっ、犬と同じなんですわねえ！」との返事で、やっぱりヒトも犬も先祖は同じなんだあと妙に感動しました。

西伊豆の海岸では最近では日体大や立命館などのライフセーバー部が夏季合宿、ビーチの監視をしてくれています。彼らが夏に常駐するようになって溺水は明らかに減少しました。

この総説によるとライフガードのいる水域での溺水で CPR を要するのは 0.5%、ライフガードのいない水域では何と 30% で圧倒的な差があります。

皆様、必ずライフガードのいるビーチで泳ぎましょう。

また小生がよくやるアルコールを飲んでの遊泳は溺水の原因となります。

ライフセーバーの競技でビーチフラッグというのがあります。

うつ伏せに寝て、「用意ドン」で、立ち上がり数十メートル離れたフラッグを取りに行く競技です。「こんな簡単な競技、楽勝じゃん」と思って小生参加したら何とビリでした。それ以来、小生、ライフセーバーを大変尊敬しております。彼らは非常時の為に常に一剣を磨いているのです。

以前、思想家の吉本隆明氏が土肥の海で溺れライフセーバーに救助され、近くの診療所で挿管、当院に搬入されました。

この総説によると海岸の溺水者の 85% は rip current (離岸流) によるのだそうです。Rip というのは「引き離す」という意味です。

下記のサイトに離岸流の動画があります。

http://en.wikipedia.org/wiki/Rip_current

(離岸流のアニメ動画: Wikipedia)

H23 年、伊豆下田の白浜海岸で離岸流により数名が溺水し 1 名が死亡しました。離岸流とは毎秒 0.5m から 2m の速さで浜から沖へ向かう流れです。

もし、これに巻き込まれた場合は流れに身をまかせた方がよいのだそうです。有る程度沖に出ると速さが弱まるので、そしたら浜と並行に泳ぎ離岸流から離れるのです。波があるところは再び浜にむかう流れがあるので、そこから浜に戻ることができます。これは是非、知っているべきだと思いました。

下田白浜海岸と言えば宮澤賢治の「銀河鉄道の夜」の中で、プリオシン海岸というのが出てきます。ここで大学士が化石を採掘しているのです。プリオシンとは 120 万年前の新生代第 3 期鮮新世の事です。

伊豆下田の白浜海岸に白亜の露頭があり化石が出ます。まさにここはプリオシン、鮮新世の海岸なのです。小生、ここを通る度に銀河鉄道の夜を思い出します。

この露頭のすぐ近くに白浜神社があります。この神社は西暦 832 年噴火した三宅島の荒(すさ)ぶる三島神をなだめる為に作られたものです。

今でもこの神社の 10 月 28 日の神事では夜、松明の灯りの元で、海岸で伊豆七島に向かい神主の厳粛かつ神秘的な祈りが捧げられます。

この神社の格式は高く、平安時代から毎年朝庭からこの伊豆の辺境の地まで使者が来なければなりませんでした。それが余りに大変だったので、この神社は三島に遷座されました。それが現在、新幹線三島駅近くの三島大社です。

祝詞(のりと)と言えば、こんな言葉で始まります。

「掛巻(かけまく)も畏(かしこ)き諸神等(もろかみたち)の廣前(ひろまえ)に恐(かしこ)み恐(かしこ)み(かしこ)み(かしこ)みも白(もう)さく」

恐らく二千年以上前からこの言葉は変化していないんだらうなあと思うと本当に感動です。魏志倭人伝の中に日本人は人と会うと柏手を打つとあります。この挨拶は恐らく今の神社の柏手の由来なんだらうと思います。

土肥で溺れた吉本氏にとって幸運だったのは診療所にたまたまいらした先生が超優秀な循環器の先生だったことでした。

この総説の溺水のグレード分類によると吉本氏は Grade 4 か 5 位で、生存率 60 から 80%です。

溺水患者の診察のポイントは、咳をしているか、肺雑音が部分的か全肺野か、血圧正常か否か、意識があるかないか、脈があるか否かで、それぞれの有無でグレードが異なります。

溺水のグレードは次のように分けます。

- ・救助者(rescue)：症状なし、生存率 100%。
- ・Grade1：正常に反応して咳だけある。生存率 100%。
- ・Grade2：咳+肺部分的肺雑音、生存率 99%。
- ・Grade3：血圧正常で全肺野雑音(肺水腫)、生存率 95%。
- ・Grade4：意識あり血圧低下し全肺野雑音(肺水腫)、生存率 80%位。
- ・Grade5：意識なく呼吸停止、生存率 60%位。
- ・Grade6：意識なし脈無し、沈水時間 1 時間以下、生存率 10%位。
- ・死亡：脈なし、沈水時間 1 時間以上、生存率 0%。

吉本氏が当西伊豆病院に入院して 1、2 時間位経ったら病院の上を新聞社のヘリが飛びはじめました。吉本氏が超有名人と判ったとたん、本人が挿管されているにも関わらず、ナースが色紙にサインさせたりと大変お気の毒なことをしました。しかしこの頃はご本人、意識朦朧としてあまり記憶がなかったのは幸いです。

娘さんの吉本ばなな氏も来られ、あるナースは「つぐみ」の本に隆明氏とばなな氏のサインをせしめて新聞記者からうらやましがられていました。

「つぐみ」は映画化され、ロケは西伊豆町の隣の松崎町の海岸にある昭和初期に建てられた旅館で行われました。つい数カ月前、この旅館は老朽化の為取り壊されました。

あっ、10年前のテレビの「世界の中心で愛を叫ぶ」も松崎町でロケされ松崎高校が使われました。当院の職員でも、図書室で主人公、長澤まさみの後にいたとか、後ろでテニスをやってたのは「あたし」とかいうのがいます。

2週間程経って、吉本氏は東京の大学病院へ転院されましたが、挿管もとつくに外れ食事も全量摂取でピンピンしているのに、大学病院の救急車に教授が添乗されていたのには、VIPは違うなあとたまげました。

溺水者救助は棒、枝、タオルを差し出すか浮力のある物を投げよとのこと。

以前、たけしの番組で異種格闘技と称して水泳対剣道というのがありました。

用意ドンで1人がプールに飛び込んで平泳ぎで泳ぎ、もう一人は剣道の面と防具をつけてプールサイドから竹刀で泳者の頭をひっぱたくというものです。

剣道の圧勝かと思ったのですが、剣道側が滑ってプール内に転がり落ち、何と水泳の勝ちでした。

水中で溺水者の人工呼吸を開始すると蘇生率は3倍になりますが技術的に難しいそうです(そりゃそうだ)。

むろん水中で心マはできませんから脈を診るのは意味がありません。

水中で可能なのは人工呼吸だけです。

溺水者の0.5%は頸椎損傷があるので疑ったら頸椎固定します。

重度神経損傷 or 死亡率は沈水5分で10%、10分で56%、25分で88%、それ以上で100%だそうです。25分経ったらまず無理だということです。

しかし低温の水に落ちた場合、1度低下で脳代謝が5%減少しますので、10度低下すれば50%、つまり水中耐久時間は倍になります。

以前、愛知県の山間部の氷の張った池に1時間沈水した幼児がヘリで静岡こども病院に運ばれ完全社会復帰したことがありました。

「へー」と思ったのは呼吸停止だけの溺水者は数回の息吹き込みでたいてい呼吸を開始するのだそうです。溺水者は心臓が動いていてもあえぎ呼吸や無呼吸のことが多いそうです。

ですから溺水者のBLSは2010BLSのように心マから始めるのではなく5回息吹き込みから開始せよとのこと。つまりCABの順でなくABCです。

溺水では2回息吹き込み位では気道がクリアにならないので、まず5回息吹き込みです！

もし患者が呼吸してるけど意識がなければ側臥位の昏睡体位をとります。

溺水者は蘇生中、嘔吐することが多く、息吹き込みで65%、息吹き込み+心マ両方で86%が嘔吐するそうです。なお溺水者では気道異物除去の腹部圧迫(Heimlich法)はやってはなりません。

以前、体育館で中学校の剣道の試合を見ていたら生徒がてんかん発作、嘔吐を起こし無呼吸、チアノーゼになってしまいました。小生やむなくmouth to mouthで人工呼吸しましたが、あれほど気持ちの悪い思

いをしたことはありませんでした。

血ガスでアシドーシスになっている時は過呼吸か分時換気量、ピーク吸気圧増、PEEP で対応し、ルーチンの重曹使用はやるなどのことです。

溺水の肺水腫治療は ARDS に準じますが回復は ARDS より速いそうです。

また weaning は 24 時間はやるなどのことです。

小生、今まで溺水の肺水腫に利尿剤を使ってきましたが、溺水の肺水腫には利尿剤、水制限、ステロイドのエビデンスはないそうです。

また肺水腫は肺炎と紛らわしく熱、白血球、X線、喀痰を毎日モニターして肺炎と鑑別せよとのことです。ただプールの水で肺炎を起こすことは稀だそうです。一旦肺炎を起こしたら広域抗菌剤を開始し、起因菌判明したら de-escalation します。

脳神経損傷のある場合、体を温めて蘇生したのち、再び 32 度から 34 度の低体温療法を行うことにより神経回復が期待できます。低体温は neuroprotective だからです。体温 1 度低下で脳酸素消費量は 5% 低下するので、37 度から 32 度まで 5 度低下させれば 25% 減少するわけです。

2010ACLS でも蘇生成功後、意識障害患者では 32 度から 34 度の低体温治療を 24 時間行うことを推奨しています。

http://www.nishiizu.gr.jp/intro/conference/h22/conference-22_05.pdf

(2010ACLS 最重要点)

溺水治療に人工界面活性剤、一酸化窒素、perfluorocarbon 等の使用が研究されていますが今のところこれらは推奨できないとのことです。

たまげたのはこの下のマウスの写真です。

http://img5.blogs.yahoo.co.jp/ybi/1/a3/74/hoshiyandajp/folder/470618/img_470618_21552130_0?1254140942

(マウスの液体呼吸)

Perfluorocarbon は液体ですが 100ml に 49ml もの酸素を取り込むことができこの液体の中で生物は呼吸が可能で液体呼吸というそうです。

NEJM、May31,2012 の「溺水 Drowning (Current Concepts)」の要点は以下の 52 点です。

医療法人健育会西伊豆病院 仲田和正

.....

NEJM「溺水 (Current Concept)」要点

1. 溺水は 5 歳から 14 歳児死亡の主原因。
2. アフリカ、中央アメリカの溺水発生率は米国の 10 倍から 20 倍。
3. てんかん患者の溺水リスクは正常人の 15 倍から 19 倍。
4. 溺水の定義は「沈水、浸水で呼吸障害が生ずること」。
5. 溺水で救助されれば nonfatal drowning という。

6. 溺死すれば fatal drowning という。
7. Near drowning のような言葉は使わない。
8. 溺水で心調律は頻脈→徐脈→PEA→無収縮となり心室細動は稀。
9. 肺胞内水流入で surfactant 洗い流し、濃度勾配発生、肺胞血管膜破壊。
10. 膜透過性高まり肺水腫、肺コンプライアンス減少、V/Q 比減少、無気肺。

11. 低体温は神経保護作用 (neuroprotective) あり。
12. 体温 1 度低下で脳酸素消費 5% 低下。
13. 10 度低下で脳酸素消費 50% 低下し無酸素耐久時間は倍になる。
14. ライフガードのいる水域での溺水で CPR 要するのは 0.5%。
15. ライフガードのいない水域での溺水で CPR 要するのは 30%。
16. 溺水者救助は棒、枝、タオルを差し出すか浮力のある物を投げよ。
17. 水中で人工呼吸開始すると蘇生率は 3 倍になるが難しい。
18. 呼吸停止の溺水者は数回の息吹き込みで呼吸を開始する。
19. 溺水者の 0.5% は頸椎損傷あり疑ったら頸椎固定！
20. 陸に着いたら溺水患者を水平に寝かせ人工呼吸。

21. 意識なくて呼吸してれば回復位 (側臥位) を。
22. 溺水者は心臓が動いていてもあえぎ呼吸や無呼吸のことが多い。
23. 溺水者の CPR は CAB の順でなく ABC の順でやれ！
24. CPR はまず 5 回息吹き込み→30 回心マ→2 回→心マの順。
25. 2 回息吹き込みでは気道がクリアにならぬ、5 回やれ！

26. 嘔吐は息吹き込みで 65%、息吹き込み・心マ両方で 86% で起こる。
27. 溺水者で腹部圧迫 (Heimlich) はやるな！
28. 溺水者を Grade1 から 6 に分類する。
29. Grade1: 正常に反応して咳だけある。生存率 100%。
30. Grade2: 咳+部分的肺雑音、生存率 99%。
31. Grade3: 血圧正常で全肺野雑音 (肺水腫)、生存率 95%。
32. Grade4: 意識あり血圧低下で全肺野雑音 (肺水腫)、生存率 80% 位。
33. Grade5: 意識なく呼吸停止、生存率 60% 位。
34. Grade6: 意識なし脈無し、沈水時間 1 時間以下、生存率 10% 位。
35. 死亡: 脈なし、沈水時間 1 時間以上、生存率 0%。

36. 低血圧は真水、海水に関わらず晶質液(生食、LR)輸液。
37. 溺水後の心停止は無収縮か PEA が多く Vf は稀。
38. AED は役に立たないことが多い。
39. Vf を起こすのは冠動脈疾患既往、極端な低体温、エピネフリン使用時。
40. アシドーシスは過呼吸か分時換気量増、ピーク吸気圧増で対応。

41. アシドーシスにルーチンの重曹使用は推奨しない。
42. 溺水の肺水腫治療は ARDS に準じるが ARDS より回復は速い。
43. weaning は 24 時間はやるな！
44. 溺水の肺水腫に利尿剤、水制限、ステロイドのエビデンスはない。
45. 肺水腫は肺炎と紛らわしい。熱、白血球、X 線、喀痰調べよ。

46. プールの水で肺炎起こすことは稀。
47. 肺炎起こしたら広域抗菌剤、起因菌判明したら de-escalation。
48. 溺水治療に人工界面活性剤、一酸化窒素、perfluorocarbon 等が研究中。
49. 溺水は温めて蘇生できたら 32 度から 34 度低体温で神経保護。

50. 重度神経損傷 or 死亡率は以下の通り。
51. 沈水 5 分で 10%、10 分で 56%、25 分で 88%、それ以上で 100%。
52. 海岸での溺水の 85% は離岸流 (rip current) による。

.....

溺水 Drowning (Current Concepts)

NEJM, May 31, 2012 西伊豆早朝カンファレンス 仲田和正

著者:

David Szpilman M.D. ミゲルクート市立病院、リオデジャネイロ

Joost .L.M.Bierens, M.D. 溺水防止協会、アムステルダム

Anthony J. Handley, M.D. 英国王立救命協会

James P. Orłowski, M.D. 南フロリダ大学フロリダ病院、タンパ、米国

WHO によると世界の全死亡の 0.7% あるいは年間 50 万人の死亡は故意によらない溺水による。致命的溺水の一部は国際疾病分類 (ICD) に分類されず、洪水、津波、ボート遊びなどの溺水を含まないので先進国でもこの数字は過小評価かもしれない。

溺水は全世界で 5 歳から 14 歳児の死亡の主原因である。

米国では 1 歳から 4 歳児で外傷関連死亡の第 2 位であり死亡率は 10 万人当たり 3 人である。タイでは 2 歳児の溺水死亡率は 10 万人当たり 107 人である。

アフリカや中央アメリカでは溺水発生率は米国の 10 倍から 20 倍にもなる。

溺水のリスク因子は、男性、14 歳未満、アルコール、低収入、低教育、田舎暮らし、水との接触、危険な行動、監督不在である。

てんかん患者では溺水リスクは正常人に比べ 15 倍から 19 倍である。

交通事故に比し、溺水での死亡は曝露で調整した人・時間発生率 (exposure adjusted person-time estimate) は 200 倍にもなる。

海岸での溺水にかかるコストは米国では年間 2 億 7300 万ドル (264 億 8100 万円)、ブラジルでは 2 億 2800 万ドル (221 億 8440 万円) に昇る。

溺死 1 名に対し溺水で 4 人が ER でケアを受けている。

1. 言葉の定義と用語

2002 年 WHO の新しい定義では「溺水 (drowning) の定義は液体への沈水 (submersion) あるいは浸水 (immersion) により呼吸障害が生ずること」である。溺水は人の気道が液体表面より下になるか (submersion)、顔面に水がはねかかる (water splash) ことにより始まる。

直ちに救助されれば溺水過程は中断され、これは「nonfatal drowning」と呼ぶ。溺水の結果、溺死に至れば「fatal drowning」と呼ぶ。

浸水、沈水しても救助により呼吸障害が起こらなければ水難救助 (water rescue) されたのであり溺水とは言わない。

以下の用語は慎むべきである。すなわち

「near drowning」、「dry or wet drowning」、「secondary drowning」、「active and passive drowning」、「delayed onset of respiratory distress」等である。

溺水の後、データ報告を均一にするためには溺水の Utstein template を使用することである。

2. 溺水の病態生理

溺れて口に水が入ると、これは意識的に吐き出すか飲み込まれる。次の意識的な反応は息をこらえることであるが 1 分と続かない。

吸気願望 (inspiratory drive) に抗しきれなくなると気道内に水が入り反射的に咳反射が起こる。時に喉頭痙攣 (laryngospasm) が起こるが脳が低酸素状態になるとこれも急速に停止する。

救助されなければ水の吸入が続き低酸素血症により急速に意識障害、無呼吸が起こる。心調律はふつう頻脈、次に徐脈、PEA、最後に asystole となる。

沈水、浸水から心停止に至るプロセスは普通数秒から数分で起こるが、低体温や氷水の中の溺水では 1 時間かかることもある。

救助された場合、症状は主に吸引した水の量により決まる。

肺胞に水が入ると界面活性物質 (surfactant) の機能不全、洗い流しが起こる。

海水の吸引も真水の吸引も似たような損傷を起こすが浸透圧勾配が異なる。

いずれにしろ浸透圧勾配により極めてデリケートな肺胞-血管膜が障害され透過性が高まり液体、血漿、電解質のシフトが起こる。

その臨床症状は広範でしばしば血液を混じた肺水腫がおこり酸素、二酸化炭素交換が減少する。肺内の液体、界面活性物質の消失や肺胞・血管の膜透過性亢進等により肺のコンプライアンスが減少し換気血流比が減少あるいはゼロとなったり無気肺、気管攣縮を生ずる。

CPR が必要な場合、神経障害のリスクは他の原因による心停止と同じである。

しかし低体温の場合、長時間の沈水でも神経保護作用 (neuroprotective) がある。

低体温により脳の酸素消費が減少する為、細胞の無酸素状態、ATP 欠乏が遅れる。低体温による脳内の電気活動、代謝は体温の低下量に依存して低下する。

37 度から 20 度までの体温では、1 度低下毎に脳酸素消費は 5%減少する。

3. 救助と水の中での蘇生

溺水者の多くは自分で何とかするしバイスタンダー (傍観者) やライフガードに救助される。ライフガードのいる地域では救助された者の 6%が医療を要し、CPR が必要なのはわずか 0.5%である。

バイスタンダー (傍観者) による救助の場合、溺水者の 30%は CPR を必要としたという報告がある。

素人による救助の場合、本人自身が溺れないようにし、できるだけ水の外から救助すべきである。

安全な救助法は、棒、木の枝、タオルを差し出したり、浮力のある物 (buoyant object) を投げたりすることである。これらの即席安全策はしばしば無視されており教えておくべきである。

また救急隊コールは必須であり救助と蘇生を即座に開始しなければならない。

患者の意識がない場合、陸に着いてから蘇生を開始するより水中で開始すると蘇生率は 3 倍以上になる。

しかし水中での蘇生は高度の技術を要するし、できるのは呼吸だけである。

心マッサージは水中では不可能であり、従って脈を診るのも意味がない。

呼吸停止のみの溺水者はふつう数回の息吹き込み (rescue breath) で反応する。これで反応がなければ心停止と考えできるだけはやく乾いた陸地に上げ効果的な CPR を開始する。

溺水者の 0.5%で頸椎損傷が起こる。頭部外傷、頸椎損傷が強く疑われた時、例えばダイビング、水上スキー、サーフィン、ジェットスキーなどの場合は、水中で頸椎固定が必要である。救助の際、気道を保って嘔吐、水の誤飲に備えつつ頸椎をまっすぐにして行う。

4. 陸での初期蘇生

一旦陸に着いたら、溺水患者を仰向けにし体幹と頭を同じ高さにする(普通、海岸に平行に)。そして反応をチェックし人工呼吸を開始する。

もし患者の意識がなくて呼吸をしていれば回復位(側臥位)を取るとよい。

呼吸がなければ人工呼吸は欠かせない。

一般的な心停止の時とことなり、溺水者では心臓が動いていてもあえぎ呼吸や無呼吸のことが多く、人工呼吸のみでよい事が多い。

溺水での心停止の主因は低酸素であり、CPRは2010ACLSのCAB(Circulation-Airway-Breathing)の順序でなく従来のABC(Airway-Breathing-Circulation)で行うことが重要である。

すなわちまず5回連続息吹き込みに続き心臓マッサージ30回、以後2回息吹き込み、心臓マッサージ30回を蘇生するまで、あるいは救助者が疲労困憊するまで、またはACLSが可能なまで繰り返す。

ヨーロッパ蘇生協会(the European Resuscitation Council)では、CPRの初回は息吹き込み2回でなく5回行うことを推奨している。

というのも気道内に水があるため初期の換気で有効に肺胞を拡張させるのが難しいからである。溺水者では心臓マッサージのみのCPRは勧められない。

CPRで最も多い合併症は胃内容の逆流、嘔吐である。

これは息吹き込みのみ行った場合65%で起こり、息吹き込みと心マの両方行った場合は86%で起こる。

気道内嘔吐物は誤嚥、酸素化障害につながる。

気道内の水を積極的に出す方法、例えば腹部圧迫や、頭を下垂するような方法を行うと嘔吐を誘発したり人工呼吸開始が遅れるので避けたほうがよい。

溺水者の蘇生の場所は千差万別であり乾いた陸でできるとは限らないし蘇生が遅れることもある。しかし溺水者は一般的に若く老人よりも蘇生率が高い。

これは低体温は老人より若人でより速く影響する為である。

5. 溺水者の分類と層別化(グレード1から6まで)

溺水の臨床症状はバリエーションが多く六つのグレードに分類するとリスクを層別化でき治療できる。

①救助成功者(rescue)

呼びかけや刺激に正常に反応し聴診で肺雑音なく咳もしない。

治療不要であり合併症なければ帰してよい。生存率100%

②Grade1

呼びかけや刺激に正常に反応し聴診で肺雑音はないが咳をする。
酸素、またはそれ以上の治療が必要かも。生存率 100%

③Grade2

呼びかけ、刺激に正常に反応するが聴診で肺雑音が部分的にある。
低量の酸素を投与し ER に送る。生存率 99%。

④Grade3

呼びかけ、刺激に正常に反応するが全肺野に雑音(肺水腫)があり血圧正常。
マスクあるいは挿管して人工呼吸器で高流量酸素。ICU へ。
生存率 95-96%。

⑤Grade4

呼びかけ、刺激に反応するが全肺野に雑音(肺水腫)があり血圧低下あるいはショック状態。マスクあるいは挿管して人工呼吸で高流量酸素。ICU へ。
呼吸停止が起こりうるので呼吸をモニター。輸液(crystalloid)し昇圧剤を検討。
生存率 78-82%。

⑥Grade5

呼びかけ、刺激に反応がない。気道を開け呼吸をチェックし、無呼吸なら 5 回息吹き込み、頸動脈の脈拍ありなら人工呼吸開始。呼吸停止だけならふつつ数回の息吹き込みで再開する。蘇生後、Grade4 と同じ治療を。
生存率 56-69%、

⑦Grade6

呼びかけ、刺激に反応がない。気道を開け呼吸をチェックし、無呼吸なら 5 回息吹き込み。頸動脈の脈拍がない。沈水時間が 1 時間以下だが死の徴候がない。
CPR を ABC (airway-breathing-circulation) の順で開始、自発呼吸が出れば grade4 と同じ治療を。生存率 7-12%。

⑧死亡

呼びかけ、刺激に反応ない。気道を開け呼吸チェックし、無呼吸なら 5 回息吹き込み。頸動脈脈拍なし。
沈水時間 1 時間以上で死の徴候が明らか。
治療なし。法医学的検査を。生存率 0%。

6. 病院前のアドバンスケア (Advanced prehospital care)

直ちに BLS を開始するのみでなく即刻 ACLS チームに連絡を入れるのが重要である。
肺損傷の患者では初期は頻呼吸で十分な酸素化が得られ酸素毎分 15L で治療できることがある。悪化の

兆候があったり疲労してきた時は挿管、人工呼吸器につなぐとよい(Grade3, 4)。

一旦挿管してしまえば酸素化と呼吸は容易である。

肺水腫がひどい場合、気管チューブ内に液体が出てくるが吸引で酸素化が妨げられることがあるので換気と酸素化のバランスを取らなければならない。

病院前の救急隊員は酸素飽和度を 92 から 96%に保ちかつ換気により胸郭が十分挙上していることを確認する。酸素化を増やすため出来るだけ早く PEEP をかける。

輸液ルートは末梢静脈か骨髄内とし薬剤の気管内投与は避ける。

酸素化により低血圧が改善しない場合、海水または真水のいずれかに関わらず晶質液輸液 (Crystalloid solution: 生食、乳酸化リンゲルなど)を行う。

溺水後の心停止 (Grade6)では普通、無収縮 (asystole)か PEA であり心室細動 (Vf)は稀である。しかし冠動脈疾患の既往があったりノルエピネフリン、エピネフリンが使用されている場合 (心筋の不安定性を起こす)、極端な低体温の場合は心室細動を起こしうる。

CPRで心マや人工呼吸で心筋の活動が再開しない場合、ノルエピネフリンやエピネフリン (1 mgまたは 0.01 mg/kg) 静注も考慮する。

溺水の場合の心停止は低酸素血症や低体温によるものであるからエピネフリン等を更に高用量投与することには議論があるが、初期量が無効なら投与する。

溺水の現場での AED 使用の費用対効果には議論がある。溺水の場合の心調律はたいてい asystole であるからだ。むろん水際での心停止の原因が溺水だけとは限らないから AED で救命できることはある。

人工呼吸を開始するのは呼吸障害、呼吸停止がある時開始し心停止を予防する。

CPR を開始するのは沈水時間が 60 分未満で死亡兆候すなわち死後硬直 (rigor moritis)、腐敗 (body decomposition)、死斑 (livor moritis) などが無い時である。

ACLS は患者が低体温の場合は体温が上がるまで、asystole が 20 分になるまで継続する。

7. 救急室でのケア

溺水患者の多くは水を少量誤飲しているに過ぎず大抵自然に回復する。病院での治療を要するのは 6% である。

気道を確保し酸素化改善、循環安定、胃管挿入されたら保温 (thermal insulation) を開始する。

また身体所見をとり胸部 X 線、血ガス測定を行う。

大抵、代謝性アシドーシスが起っており患者の過呼吸で代償するか、人工呼吸器の分時換気量を 30L から 35L に増加する、あるいはピーク吸気圧 (35cm 水柱) を増加する。ルーチンの重曹使用は推奨できない。

溺水を起こした現病歴、救助、蘇生活動を聴取し、既往歴も聞く。
溺水は癲癇、外傷、不整脈で起こることもあり治療も変わってくる。
もしはっきりした原因が無いのに患者の意識が戻らぬ場合は中毒の検索、頭部頸椎 CT を撮る。

電解質、BUN、クレアチニン、Ht などの測定はまず役に立たず電解質補正の必要になることはまずない。

補助治療なしで酸素飽和度良好で合併症もなければ退院できる。

Grade2 から Grade6 の患者は全て入院が必要である。

Grade2 の患者は酸素投与のみで 6 時間から 8 時間で臨床症状は落ち着き退院できる。

症状が悪化する患者は入院を継続し、Grade3 から 6 の患者は大抵、ICU 入院、挿管、人工呼吸器の使用が必要である。

8. ICU での治療

a. 呼吸器系

ICU で溺水患者の現在の治療は ARDS と似ており ARDS 治療に準じればよい。

しかし溺水では肺病変は一時的かつ局所的損傷であり、ARDS よりずっと速く回復し後遺症も軽いことが多い。

人工呼吸器のウィーニングはたとえ血ガスが良好 ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 250$) であっても 24 時間は行わない方がよい。

肺局所損傷は十分に回復しないかもしれないし肺水腫が再発し再挿管、入院延長、死亡増加もありうる。

肺損傷に対しステロイドが有効であるエビデンスはほとんどない。

ただステロイドは気管痙攣には有効かもしれないが気管拡張剤が失敗した後で試みるべきである。

溺水での肺水腫は X 線で似ていることから肺炎としばしば間違われる。

入院した溺水者で肺炎があって抗菌剤を使用したのは 12% に過ぎなかった。

抗菌剤投与は、広範囲をカバーするものが使われる傾向にある。

患者の毎日の熱、白血球持続高値、X 線で持続的あるいは新たな浸潤影、気道内吸引物の白血球、毎日喀痰の培養、感受性を調べて肺炎をモニターするとよい。患者によっては気管支鏡で肺炎をモニターしたり喀痰吸引したりする。

初期からの肺炎は汚染水、内因性のフローラ、胃内容などの誤嚥による。

プールの水で肺炎を起こすことは稀である。

人工呼吸器を何日も着けていると肺炎のリスクは高まり、肺水腫がおおかた引いた 3 日から 5 日で発症する。肺炎は院内細菌によることもある。

一旦、肺炎の診断がついたらグラム陰性菌、陽性菌両方を含む広域抗菌薬をエンピリカルに投与し、培養と感受性が判明すれば de-escalation する。

真菌や嫌気性菌が起因菌となる事も有りうるが培養結果を待ってからでもよい。

患者によっては肺機能が急速に悪化し十分な酸素化ができず ECMO(extracorporeal membrane oxygenation)を要することもある。

このような重症例には人工界面活性剤 (artificial surfactant)、一酸化窒素 (nitric oxide) 吸入、perfluorocarbon による部分液体呼吸 (partial fluid ventilation) などが研究されているが現在のところ推奨できるものではない。

b. 循環器系

溺水者では十分な酸素化後、急速晶質剤 (crystalloid) 輸液、正常体温回復後は循環は安定する。

Grade4 から 6 では初期に心不全も起こり得、非心原生肺水腫に心原性肺水腫が加わる。海水、真水での溺水患者で利尿薬、水摂取制限、特殊な輸液療法などにエビデンスはない。

晶質剤輸液で血行力学的安定が得られない場合は心エコーを行い inotropic agents や昇圧剤などの使用を決めるとよい。

d. 神経系

溺水後の重篤な脳神経損傷は最も由々しき事態である。

コンセンサスグループの推奨では、意識障害、神経損傷のある場合、徹底的な検査とケアが必要であり、血糖、酸素飽和度、二酸化炭素濃度の正常化が必要である。

深部体温 32 度から 34 度の低体温療法は神経保護作用 (neuroprotective) がある。場合によっては低体温は長時間の沈水で予後不良の反映である。

神経損傷なしの回復の理由が初期の低体温のこともある。

最近の報告では予後不良と思われた症例が溺水後、低体温療法により良好な回復を示している。

逆説的であるのは溺水後、低体温の患者を蘇生の為、最初は温めるのに、蘇生成功後、今度は低体温療法を行うことにより予後良好となることである。

e. その他の合併症

溺水患者の蘇生後、SIRS (systemic inflammatory response syndrome) を起こす例の報告がある。これを感染と間違えてはならない。

蘇生後 72 時間は敗血症や DIC を起こす可能性がある。

腎不全は稀であるが無酸素状態、ショック、ミオグロブリン尿症、ヘモグロビン尿症の後では起こりうる。

f. 溺水患者蘇生の予後因子

早期の BLS、ACLS は予後を改善する。

溺水では脳温度が 10 度減少すると脳の ATP 消費量は 50%減少する。

従って脳の生存時間は倍になる。

死亡率あるいは重症神経損傷のリスクは次の通り

・沈水時間 0 から 5 分	10%
・沈水時間 6 から 10 分	56%
・沈水時間 11 から 25 分	88%
・25 分以上	ほぼ 100%

脳幹損傷の兆候のあることは死亡、重症神経損傷につながる。

予後因子は、家族のムンテラ、さらに侵襲的治療をとるかの意思決定に重要である。

9. 溺水の予防

溺水を防ぐに最も大事なのはその予防である。

溺水の 85%は、監督、水泳指導、技術、規制、大衆教育で防げる。

自分自身が溺れぬためには

- ・水泳を習いサバイバル技術を磨け。
- ・1 人で泳ぐな。
- ・安全指示、警告に従え。
- ・飲酒して水に入るな。
- ・フローターのような空気で膨らます補助具を使うな。

- ・ライフジャケットの適切な使用法を知れ。
- ・ライフガードの居る所で泳げ。
- ・泳ぐ前に天気予報をチェックせよ。
- ・浅い水域あるいは初めての水域では必ず足から入れ。飛び込むな。
- ・自分の水泳能力を過大評価するな。
- ・離岸流 (rip current) を避けよ。海岸での溺水の 85%はこれによる。

他人の溺れるのを防ぐには

- ・水泳を習わせよ。
- ・ライフガードのいる所で泳げ。
- ・水難を起こさぬよう規則を作れ。
- ・水際の子供には常に注意を払え。
- ・子供、弱者にライフジャケットの使い方を教えよ。

- ・BLS を習え。
- ・自分が危険を冒さずに他人を救う方法を知れ。
- ・安全指示、警告には従え。
- ・プールの四方をフェンスで囲みゲートを閉じよ。溺水は 50 から 75%減る。
- ・プールの浅い水域に警告を掲げよ。
-

NEJM「溺水(Current Concept)」要点

1. 溺水は 5 歳から 14 歳児死亡の主原因。
2. アフリカ、中央アメリカの溺水発生率は米国の 10 倍から 20 倍。
3. てんかん患者の溺水リスクは正常人の 15 倍から 19 倍。
4. 溺水の定義は「沈水、浸水で呼吸障害が生ずること」。
5. 溺水で救助されれば nonfatal drowning という。

6. 溺死すれば fatal drowning という。
7. Near drowning のような言葉は使うな。
8. 溺水で心調律は頻脈→徐脈→PEA→無収縮となり心室細動は稀。
9. 肺胞内水流入で surfactant 洗い流し、濃度勾配発生、肺胞血管膜破壊。
10. 膜透過性高まり肺水腫、肺コンプライアンス減少、V/Q 比減少、無気肺。

11. 低体温は神経保護作用(neuroprotective)あり。
12. 体温 1 度低下で脳酸素消費 5%低下。
13. 10 度低下で脳酸素消費 50%低下し無酸素耐久時間は倍になる。
14. ライフガードのいる水域での溺水で CPR 要するのは 0.5%。
15. ライフガードのいない水域での溺水で CPR 要するのは 30%。

16. 溺水者救助は棒、枝、タオルを差し出すか浮力のある物を投げよ。
17. 水中で人工呼吸開始すると蘇生率は 3 倍になるが難しい。
18. 呼吸停止の溺水者は数回の息吹き込みで呼吸を開始する。
19. 溺水者の 0.5%は頸椎損傷あり疑ったら頸椎固定！
20. 陸に着いたら溺水患者を水平に寝かせ人工呼吸。

21. 意識なくて呼吸してれば回復位(側臥位)を。
22. 溺水者は心臓が動いていてもあえぎ呼吸や無呼吸のことが多い。
23. 溺水者の CPR は CAB の順でなく ABC の順でやれ！
24. CPR はまず 5 回息吹き込み→30 回心マ→2 回→心マの順。
25. 2 回息吹き込みでは気道がクリアにならぬ、5 回やれ！

26. 嘔吐は息吹き込みで 65%、息吹き込み・心マ両方で 86%で起こる。
27. 溺水者で腹部圧迫(Heimlich)はやるな！
28. 溺水者を Grade1 から 6 に分類する。
29. 救助者(rescue):症状なし、生存率 100%
30. Grade1:正常に反応して咳だけある。生存率 100%。

31. Grade2: 咳+部分的肺雑音、生存率 99%。
32. Grade3: 血圧正常で全肺野雑音(肺水腫)、生存率 95%。
33. Grade4: 意識あり血圧低下で全肺野雑音(肺水腫)、生存率 80%位。
34. Grade5: 意識なく呼吸停止、生存率 60%位。
35. Grade6: 意識なし脈無し、沈水時間 1 時間以下、生存率 10%位。

36. 死亡: 脈なし、沈水時間 1 時間以上、生存率 0%。
37. 低血圧は真水、海水に関わらず晶質液(生食、LR)輸液。
38. 溺水後の心停止は無収縮か PEA が多く Vf は稀。
39. AED は役に立たないことが多い。
40. Vf を起こすのは冠動脈疾患既往、極端な低体温、エピネフリン使用時。

41. アシドーシスは過呼吸か分時換気量増、ピーク吸気圧増で対応。
42. アシドーシスにルーチンの重曹使用は推奨しない。
43. 溺水の肺水腫治療は ARDS に準じるが ARDS より回復は速い。
44. weaning は 24 時間はやるな！
45. 溺水の肺水腫に利尿剤、水制限、ステロイドのエビデンスはない。

46. 肺水腫は肺炎と紛らわしい。熱、白血球、X 線、喀痰調べよ。
47. プールの水で肺炎起こすことは稀。
48. 肺炎起こしたら広域抗菌剤、起茵菌判明したら de-escalation。
49. 溺水治療に人工界面活性剤、一酸化窒素、perfluorocarbon 等が研究中。
50. 溺水は温めて蘇生できたら 32 度から 34 度低体温で神経保護。
51. 重度神経損傷 or 死亡率は以下の通り。
52. 沈水 5 分で 10%、10 分で 56%、25 分で 88%、それ以上で 100%。
53. 海岸での溺水の 85%は離岸流(rip current)による。