

学校現場での熱中症

－病態を理解しその対処法を知る－

帝京大学医学部救急医学講座教授

三 宅 康 史

はじめに

2018（平成30）年夏は近年にない暑さであった。それは、昨年（平成29）年の真夏の外出が身の危険を感じるほどの暑さであったとの我々自身の持つ鮮烈な記憶だけでなく、総務省消防庁が発表した救急車搬送熱中症傷病者数（図1：平成30年（5月から9月）の熱中症による救急搬送状況 http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h30/10/301025_houdou_3.pdf）、厚生労働省の公表した人口動態統計からの熱中症を原因とする死亡者数（図2：<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikai18/index.html> 厚労省公表の平成30年（2018）人口動態統計の年間推計より環境省が作成）からも明らかである。既知の通り地球温暖化に加え、日本では高齢化、孤立化、貧困化がじわじわと進行している。これらはすべて熱中症のリスクファクターであることが過去の論文により報告されている。その一方、熱中症は完全に予防が可能で、発症しても早期の認知と適切な対処

で後遺症を残さず短期間に回復できる事もわかっており、今後、日本の夏における熱中症そのものの理解を深めておくことは、自分自身だけでなく年老いた親、屋外のクラブ活動に勤しむ子供や幼小の孫ら家族を守る上で、十分意味のあることと思われる。

熱中症の本態

暑熱環境に長く居たり、これに加えて筋肉運動を継続すると、環境から獲得した熱+体内で生成された熱により、体深部の温度（体表温とは違い、深部体温、核心温、芯温などと呼ばれる）を上昇させることになる。暑熱環境に居ることだけで熱中症になれば**古典的熱中症**、暑熱環境で筋肉運動を継続して熱中症になれば**労作性熱中症**と呼ばれる。

この余分な熱を体外に継続的に捨てることで、恒温動物であるヒトは深部体温を37℃前後に維持している。機能的には、①体表から空气中へ熱を捨てる**放射**または**放熱 radiation**、②液体や固体へ熱を移

図1 平成30年（6月から9月）の熱中症による救急搬送状況（総務省消防庁による発表）

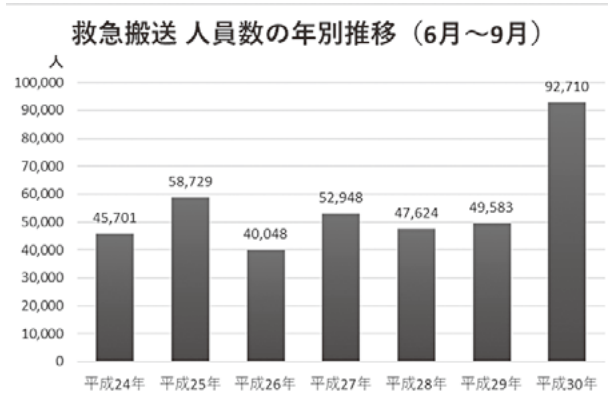
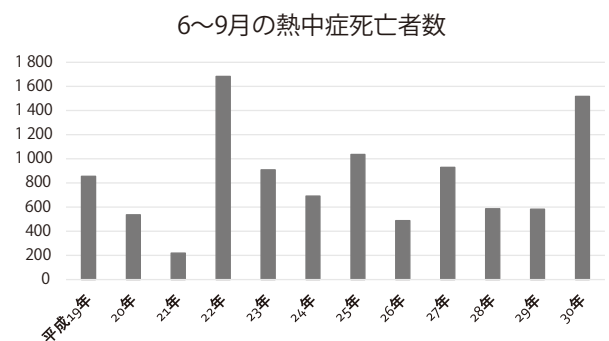


図2 厚労省公表の人口動態統計の年間推計より改めて集計作表（環境省による作成）



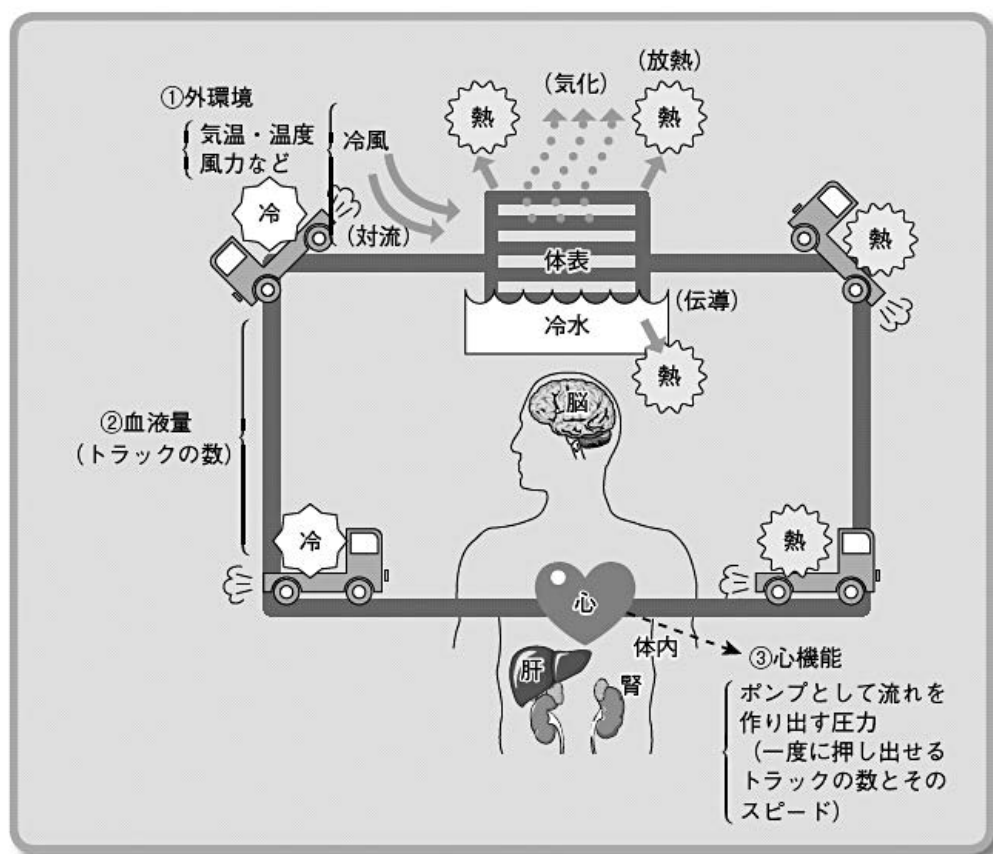
す伝導 conduction (手や顔を水に漬ける、氷に触るなど)に加え、③より冷却効率が良い汗の蒸発による気化 vaporization、そして④風を受けることで体表周囲の断熱帯を取り去り、放熱の効率を上げたり、湿度を下げて気化をしやすくする対流 convection、という4つの機序を上手に使って体温上昇を防いでいるのである。体内に溜まった熱を血液に載せ替えて体表に運び、体中の体表近くに分布する毛細血管に広がって4つの機序により血液は冷やされて、そこで十分冷えた血液が再び体深部に戻って体の内部を冷やすのである (図3)。

この間、汗を作るために水分と生命維持に重要な役割を持つ電解質であるNa (ナトリウム) がどんどん消費されてしまい、もしそれが断続的に補充されなければ臓器虚血 (重要な臓器にブドウ糖や酸素を運ぶ血液が減ってしまい十分流れなくなる) が生じる。そして血管内容量の回復 (飲水や点滴)、環境の改善 (冷房を入れて温度湿度を下げる、扇いで風を送る)、休息 (新たな熱産生を中止する、水分補給を

する) が取られなければ、結果として徐々に体温が上昇し、虚血による障害に加え高熱そのものによる臓器障害が始まることになる。高温と虚血による影響を受けやすい臓器は脳、肝、腎、そして血液凝固系と言われ、それぞれ標的となる臓器と熱中症によるその変化を表1に示す。さらに悪循環が進むと循環不全 (ショック)、多臓器不全、血液凝固線溶系の異常 (DIC: 播種性血液内凝固症候群と呼ばれ、本来血液は血管内でさらさら流れることが大切で決して凝固してはいけないが、逆に血管が破れて出血すれば直ぐに凝固しないと失血死を招く。正常な生体内ではその微妙なバランスが常に保たれてているが、高熱や血流の減少がそのバランスを崩して、血管内で血栓を作って梗塞巣を生じたり、消化管などの臓器から出血した時に直ぐに止血しない異常が生じる) へと進行する複雑な熱中症の病態に到ることになる。

日本における熱中症の現状：発生状況

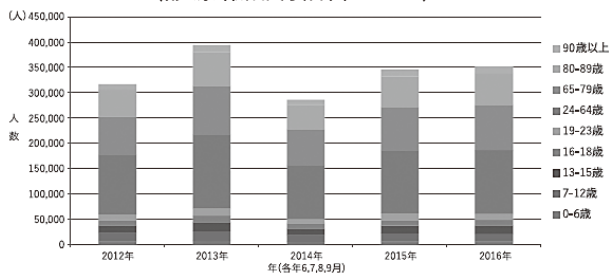
図3 体外へ熱を捨てる機序



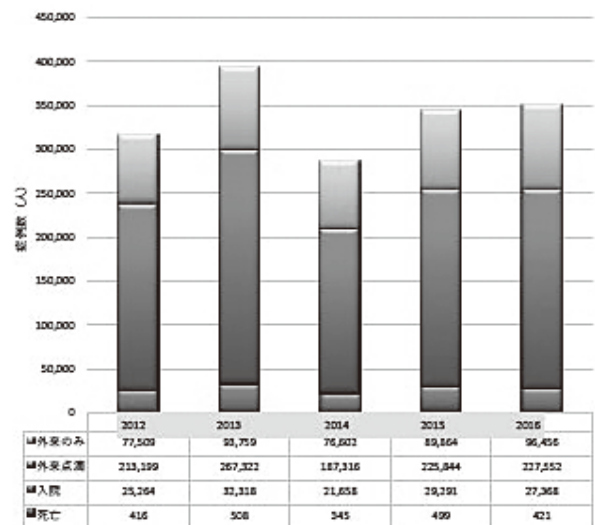
①外環境 (涼しい、風が強い、湿度が低いと体表近くの毛細血管に広がる血液の冷却効率が上がる)、②血液量=熱を運び出すトラックの数をあらし、脱水になってその数が減ると熱の運び出し効率が下がる、③心機能=トラックのスピードを決めるのは心臓のポンプとしての機能で、老化や心疾患があると心機能の低下のため熱の運び出しスピードを上げられない、そしてもう一つ、体内で作られ出される熱の量 (スポーツや肉体労働) が熱中症の発症に関与している。

表1 熱中症によって影響を受ける各重要臓器の反応

循環器系	心拍数増加 心拍出量増大（深部体温 1.0°C 上昇につき 30L/min 増加） 末梢血管拡張（通常皮膚表層の血流は 0.2L/min，最大 8L/min まで増加） 血管内脱水（汗は通常 0.5L/day，最大 15L/day まで分泌可能） 心機能にもともと障害があれば，負荷増大による急性心不全に陥る危険がある
中枢神経系	脳虚血と脳浮腫（高体温そのもの，グルタミンの上昇・高サイトカインによる血管内皮障害と循環不全による二次的影響）。小脳，大脳皮質などの神経細胞はとくに熱に弱い
消化器系	下痢，嘔吐の一般的な症状に加え，運動や高体温に伴い，腸管粘膜の透過性が亢進し，消化管から門脈・肝経路で全身性の敗血症を惹起する。消化管出血の併発もみられる
呼吸器系	過呼吸，サイトカインによる肺血管拡張+透過性亢進から ARDS へ進行
腎	循環障害，脱水と横紋筋融解症から急性腎障害（AKI）
肝	腸管から門脈経路の高サイトカイン血症により肝細胞障害
凝固線溶系	DIC，中枢神経を含むさまざまな臓器の微小血栓と出血傾向
その他	電解質異常（低カリウム，低リン，低マグネシウム），低血糖，代謝性アシドーシスと代償性の呼吸性アルカローシスなど

図4 医療機関を受診した熱中症患者数
(診療報酬明細書による)

2017年夏の日本救急医学会「熱中症に関する委員会」が行った全国調査（244人）の結果から，熱中症で入院となった患者を年代別，発生状況別に集計した結果，2006年から継続的に行われてきているこれまでの結果と同様に，10歳台の発症ではスポーツが，40歳台以降の中壮年では肉体労働が，そして，日常生活では60歳台以降の高齢者の発症が圧倒的に多いことがわかる。10代のスポーツは男子の方が女子よりも多く，中壮年の肉体労働では男性が大部分を占めている。これはスポーツ，特に肉体労働では男性に従事している率が高いことが関係している。そして高齢者になるほど女性の割合が多くなってくるのは，一つに高齢者では女性人口の方が男性より多いことが影響している。

図5 年別の重症度別症例数（死亡者数含む）
レセプトデータ2012-2016

また，全国をカバーしたビッグデータとして，医療機関を受診した時に発行される診療報酬明細（いわゆるレセプト）を用いた熱中症の全国調査がある。近年，レセプト情報はすべて電子化されて厚生労働省が管理しており，厚労省保険局総務課保険システム高度化推進室が展開する「レセプト情報等の提供に係る支援業務」によって，筆者が2012～2016年の医療機関を受診し熱中症関連の診断の付いた症

例の詳細情報の提供を受け、それを分析した結果の一部を図4、5に示す。暑かった2013年、2016年の受診者数が多く、なかでも高齢者の受診者数が非常に多い（特に80、90歳代）。ただ入院数および死亡数（重症例）の全体数に占める割合に悪化傾向はない。

このうち、乳幼児（0～6歳）は例年5,700～7,900人、小学生（7～12歳）13,000～18,000人、中学生（13～16歳）13,000～18,000人、高校生（16～18歳）9,600～12,000人で、この5年間の死亡者は乳幼児の2、小学生の1人のみ（中学・高校は0）、入院の割合は、乳幼児2.0～3.0%、小学生2.0～2.3%、中学生3.9～4.4%、高校生4.4～6.6%となっている。

学校生活における発生病

よく見られるケースとして、5～6月の急に暑くなった日に、生徒達が体育の授業、集団での屋外活動、体育祭（運動会）やイベントの合同練習をおこなうような場合に発生することがある。たまたま風邪気味やお腹を壊して体調不良の生徒、スポーツが苦手な暑さに慣れていない生徒、朝食をしっかり摂取していない、前夜十分寝ていない生徒などが、長時間の暑熱環境下での活動で気分不快やめまいなどを訴えて発症する。その最初の体調不良者を先生や関係者がケアしているあいだに、我慢していた他の生徒が次々と熱中症になり、最終的に集団発生になることがある。数は多いが軽症例がほとんどで、応急処置への反応もよいので、保健室での安静と水分補給で帰宅できるのが普通であるが、初期対応が遅れると結果として集団発生となって、救急車が複数台要請され医療機関への搬送になって、マスコミにも取り上げられる事態が起こりえる。活動開始前の自己申告を含む体調チェックと熱中症弱者を前もって把握し、ムリのないスケジュール、十分な休憩時間の確保と水分補給、エアコンの効いた休憩スペースの設置など、発生後の対処よりも徹底した熱中症発生予防に気を配る事が肝要である。

もう一つのケースは、盛夏の体育系のクラブ活動や試合中に、十分鍛えられた選手が単独で発症するケースである。元気にやってきて、暑い（あるいは蒸し暑い）環境で長時間にわたりスポーツや屋外活動をおこなっているなかで、“試合に負けられない”、“レギュラーになりたい”、など自分から進んで

頑張る場合、コーチや監督からハッパを掛けられ弱音を吐けない場合、しごきや罰ゲームで特別キツイ練習を余分にやらされる場合などに事故が起こる。こちらは鍛えられた若者であっても意識をなくしたり、けいれんを起こしたりするところまで頑張ってしまうので重症化の危険性がある。自ら体調不良を訴えたり、休憩を求めたりしにくい環境なので、コーチや監督だけでなく、マネージャー、同僚など第三者の目で体調不良者のチェックを行い、早期発見に努める。

熱中症の診断基準（表2）

熱中症を頭に浮かべる前提条件として、暑熱（暑いまたは蒸し暑い）環境に居る、または居たことをまず確認する必要がある。その結果生じるすべての身体の障害はどのような症状・所見であっても熱中症の可能性がある。そのため、症状だけで診断名を付けたり、重症度を分類することには大きな意味はない（表2）。熱中症を疑った場合、まず古典的（非労作性）熱中症か労作性熱中症かを鑑別する。重症度は、日本では、一般の人が現場でも判断できるよう、意識障害の有無と応急処置による回復具合から、軽症（現場の応急処置で十分に医療機関への受診が必要ないⅠ度）、中等症（医療機関への受診を要するⅡ度）、重症（入院加療を要するⅢ度）の3段階に分類する。これに対し、欧米では、臨床症状と深部体温から、熱けいれん、熱失神、熱疲労、熱射病の4段階に分類するが、現場での深部体温測定は現実的ではなく、症状は多彩であるため、一般市民が重症度を判断するのは難しい。

応急処置と並行して進める熱中症の重症度の判断（図6）

暑熱環境下で、あるいは居た後に体調不良の人を見かけたら、まず「どうかしましたか?」「大丈夫ですか?」「どこか具合が悪いのですか?」などと声を掛け、呼びかけに反応するか意識を確認する。しっかり返事が出来ない、返事はしても何かおかしいと感じたら、熱中症かどうかは別にして救急車を呼んで医療機関への搬送を考慮する。返事もしない、呼吸も出来ていない場合には更に重症なので、協力してもらえらるヒトと同時に救急車を呼ぶ。すぐに一次

表2 熱中症分類 2015 (日本救急医学会)

	症状	重症度	治療	臨床症状からの分類 (欧米)	
I 度 (応急処置と見守り)	めまい, 立ちくらみ, 生あくび, 大量の発汗, 筋肉痛, 筋肉の硬直 (こむら返り), 意識障害を認めない (JCS = 0)		通常は現場で対応可能 → 冷所での安静, 体表冷却, 経口的に水分と Na の補給	熱痙攣 熱失神	I 度の症状が徐々に改善している場合のみ, 現場の応急処置と見守りで OK
II 度 (医療機関へ)	頭痛, 嘔吐, 倦怠感, 虚脱感, 集中力や判断力の低下 (JCS ≤ 1)		医療機関での診察が必要 → 体温管理, 安静, 十分な水分と Na の補給 (経口摂取が困難なときは点滴にて)	熱疲労	II 度の症状が出現したり, I 度に改善が見られない場合, すぐ病院へ搬送する (周囲の人が判断)
III 度 (入院加療)	下記の3つのうちいずれかを含む (C) 中枢神経症状 (意識障害, JCS ≥ 2, 小脳症状, 痙攣発作) (H/K) 肝・腎機能障害 (入院経過観察, 入院加療が必要な程度の肝または腎障害) (D) 血液凝固異常 [急性期 DIC 診断基準 (日本救急医学会) にて DIC と診断] → III 度の中でも重症型		入院加療 (場合により集中治療) が必要 → 体温管理 (体表冷却に加え体内冷却, 血管内冷却などを追加) 呼吸・循環管理, DIC 治療	熱射病	III 度が否かは救急隊員や, 病院到着後の診察・検査により診断される

- 暑熱環境にいる, あるいはいた後の体調不良はすべて熱中症の可能性がある
- 各重症度における症状はよくみられる症状であって, その重症度では必ずそれが起こる, あるいは起こらなければ別の重症度に分類されるというものではない
- 熱中症の病態 (重症度) は対処のタイミングや内容, 患者側の条件により刻々変化する。特に意識障害の程度, 体温 (特に体表温), 発汗の程度などは, 短時間で変化の程度が大きいため注意が必要である
- 予防が最も重要であることは論を俟たないが, 早期認識・早期治療で重症化を防げれば, 死に至ることを回避できる
- 欧米で使用される臨床症状からの分類を右端に併記した
- III 度は記載法として III_C, III_H, III_{HK}, III_{CHKD} など, 障害臓器の頭文字を右下に併記する
- 治療にあたっては, 労作性が非労作性 (古典的) かの鑑別をまず行うことで, その後の治療方針の決定, 合併症管理, 予後予想の助けとなる
- DIC は他の臓器障害に合併することがほとんどで, 発症時には最重症と考えて集中治療室などで治療にあたる
- これは, 安岡らの分類を基に臨床データに照らしつつ, 一般市民, 病院前救護, 医療機関による診断とケアについてわかりやすく改訂したものであり, 今後さらなる変更の可能性がある
(『熱中症診療ガイドライン 2015』より転載)

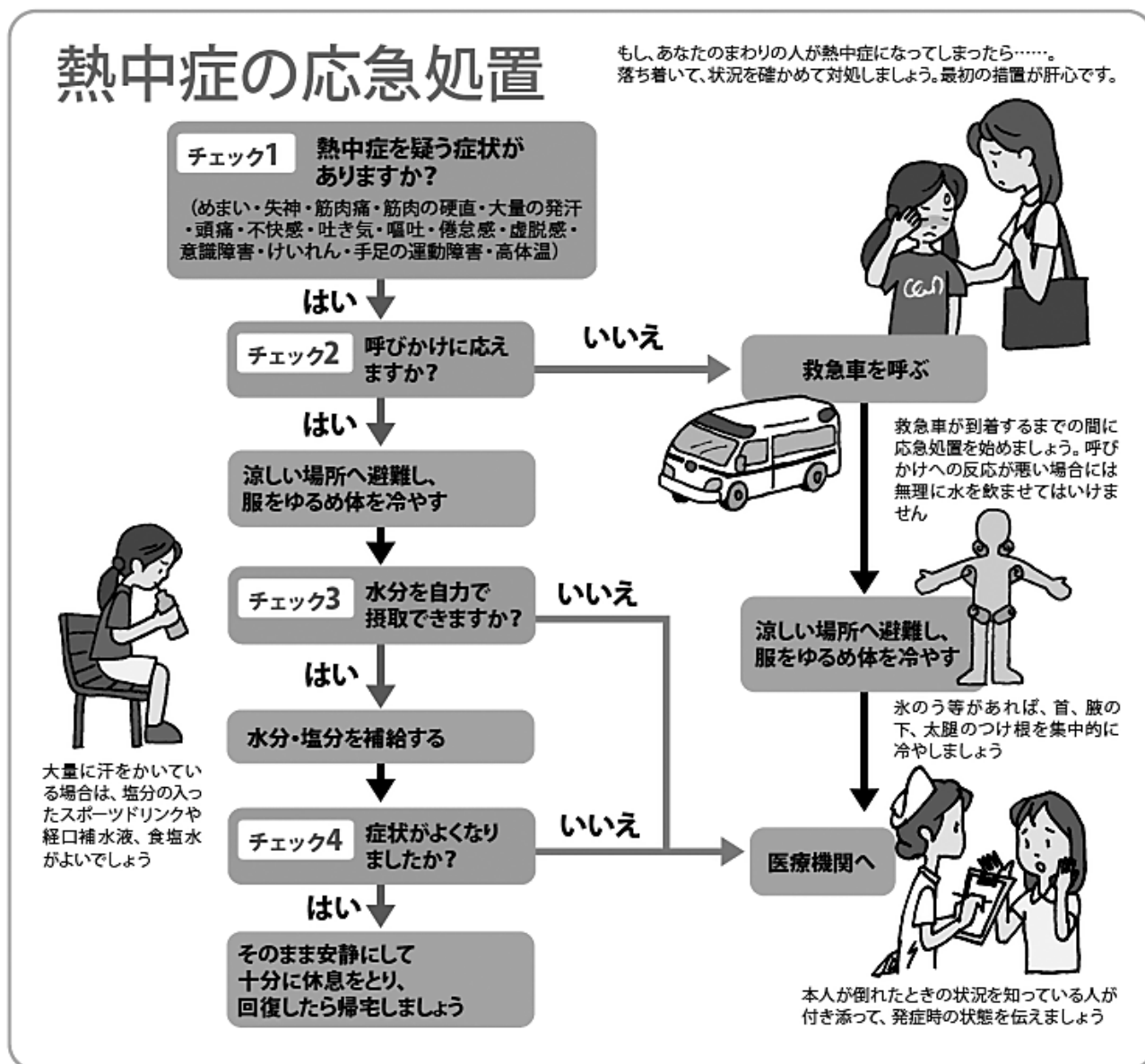
心肺蘇生術 (BLS) が必要な状況である。

声かけして話がシッカリ出来れば, 脳に酸素とブドウ糖を運ぶ血液が十分供給されており脳の機能も正常と考えられるので, 取りあえずは重症ではないと判断して, 風通しの良い日陰や冷房の効いた屋内・車内に運び込んで, 衣服をゆるめ, 太い静脈がゆっくり流れている首筋, 脇の下 (、鼠径部前面) に水で濡らしたタオルをしっかりと当てて, 風を送つ

て冷却を始める。コンビニで大きなビニール袋で売っているかち割り氷が購入できれば, これを当てるとさらに効果的に体を冷やすことができる。

涼しい場所で体の冷却が始まったならば, 冷たい水分を摂ってもらう。熱中症では脱水状態が存在するので, 水分補給は必須である。大量に汗をかいた場合には塩分を含むスポーツドリンクや経口補水液を選択してもよい。これらに糖分が含まれているの

図6 熱中症を疑ったときには何をすべきか



は、エネルギー補給や飲みやすい味付けという意味合いもあるが、消化管での水の吸収をよくするための浸透圧の調整が最大の目的である。体の冷却という点では、冷やしてある方が一層効果的である。もう一つのポイントは“自力で”飲んでもらうところにある。自分でペットボトルを持って自分で口に運び、こぼさずむせずにうまくゴクゴク飲めれば、水分補給が始まっただけでなく、この人の意識がシッカリしていることの確認にもなる。うまく飲めない場合には、水分補給が始まらないと言うだけでなく、何らかの意識障害が存在すると認識して、医療機関受診の適応となる。また、意識が清明であっ

ても熱中症による症状として吐き気や嘔吐、腹痛などがあって水分補給が出来ない例もある。この場合も医療機関での点滴による水分、電解質補給の適応である。

少なくとも20分程度は必ず誰かが付き添って、状態の変化、特に顔色や表情、汗のかき具合、意識の変化、新たな症状の出現などに気を配る。体が十分冷やされ、水分補給により循環状態が改善してくれば、顔色、表情も落ち着いてくる。元気が出てきたら、もうしばらく安静にさせて状態が悪化しなければ、そのままイベントに復帰することも可能である。ただ一人にはしないよう配慮が必要である。心

図7a アークティックサン[®]図7b サーモガードシステム[®]

配な場合には医療機関の受診を勧める。

適切な応急処置にもかかわらず、状態に変化がない、あるいは悪化傾向があれば、遅延なく医療機関への搬送をおこなう。水分補給が十分か、体がうまく冷やされているか、などももう一度点検してみる。頻呼吸や頻脈が落ち着いてくる、尿意が出てくることなどは、客観的な状態改善の徴候として有用である。

熱中症の最新治療

医療機関に搬送された後、まずは正確な深部体温を測定する必要がある。医療機関では、救急処置室のエアコンの冷房と除湿を最大とし、冷やした点滴を開始する。重症（意識障害）の場合には、気道の確保と人工呼吸を開始するとともに、脱衣させ全身に薄く濡らしたタオルを置き常温の水道水を霧吹きで吹き付けて扇風機で強力に扇ぐ。最大限に拡張し体表の毛細血管に分布する血液を気化熱により冷やし、冷やした血液を体深部に、体深部で熱を受け取った血液を体表に灌流させるため十分な前負荷（輸液）と心拍出量を維持する心機能（必要に応じカテコラミン持続静注）がポイントである。心機能が破綻している（重度のショックで薬物に反応しない）場合にはPCPS（経皮的心肺補助装置）で循環のサポートとともに、体外に出した血液そのものを冷やして体内に戻す。低体温になるのを避けるため38℃までは可及的速やかに冷やし、その後は室温で体温が下がるのを待つ。

可及的速やかな冷却が予後に良いことが判明しているため、短時間での冷却には、最近の集中治療領域では2種類の新しいデバイスが頻用されている

(図7ab)。冷却用ジェルパッドを用いるアークティックサン[®] (IMI：図a) は、非侵襲的で、胸部と大腿部に装着された大型のジェルパッドの温度は、装着部の皮膚の凍傷予防の意味もあり4℃～42℃で変化する。サーモガードシステム[®] (旭化成ゾールメディカル：図b) には、中心静脈カテーテルの先端付近に2つのバルーンが装着されているCOOL LINE[®]があり、その中に冷やした生理食塩水を灌流させて血液そのものを冷やす。こちらは熱中症の高体温例への冷却に保険適応が通っている。これらの機器を使用する最大の利点は、看護師を含む冷却担当スタッフの作業軽減もちろん見逃せないが、最速での冷却、リバウンド（冷やしすぎによる体温再上昇）の抑制、設定通りの安定した平温管理にある。なかなか冷却できずに長時間38℃を超えていた、気がついたら34℃を遙かに下回って患者がガクガク震えていた、などといったお粗末な体温管理はなくなり、その巧拙はそのまま患者の予後に直結すると考えられる。

〈モニタリング〉

正確な深部体温測定（直腸温、膀胱温、食道温）とともに、意識障害の定量的評価（JCSまたはGCS）、肝・腎機能（ALT, AST, BUN, Cre）・凝固系（血小板数, APTT, PT-INRなど）の経時的変化を適切にフォローする必要がある。重症例では循環動態の把握（心拍出量、末梢血管抵抗、乳酸値など）を要する。

〈治療薬と臓器支持療法、鑑別診断〉

熱中症そのものは薬剤治療の適応ではない。呼吸・循環管理と、障害臓器の支持療法（血漿交換、血液透析、持続腎代替療法など）を確実にを行い、血液

凝固系の障害からDICが生じた場合には、薬物治療を追加する。

経口補水療法(ORS)として、経口補水液、スポーツドリンクなどが知られているが、経口補水液は塩分多め、糖分少なめ、病者用食品に指定されているのでドラッグストアでしか販売されておらず、500mlペットボトルで200円程度と高く、1日2本の制限がある。スポーツドリンクは安く手に入る上に、口当たりが良い分、塩分少なめ糖分多めである。大量に飲んで高血糖となり、満腹感で飲水しなくなったり、浸透圧利尿で多尿になるといった副作用もあるので、冷やした水分摂取を促す意味で、冷水で半分にしたスポーツドリンクを推奨しているスポーツクラブもある。

この他、感染症や悪性症候群による発熱との鑑別診断、発汗を抑制する抗コリン作用のある薬剤、また高血圧患者に用いられる降圧薬や利尿薬は脱水と心機能抑制により熱中症のリスクを上げるので、既往歴、内服歴について情報収集が必要である。

学校における熱中症の予防

どのようなケースであっても最も大切なのは、日頃から生徒自身とその家族に対する学校生活中の熱中症の危険性の啓発であり、指導・監督する学校側、指導教員、監督、コーチによる安全なスケジュール作成と計画的な暑さへの対策、細やかな見守りが発症予防につながるという考え方である。

翌日に暑い中でのイベントに出掛けるならば、本人・家族は、前日夜から体調を整え、早寝・早起き、しっかり朝食を摂取し、大きめの魔法瓶タイプの水筒に氷水をタップリ入れ、塩飴などを持たせる(もちろん学校のルールに従って)。服装は、屋外・屋内、晴天・雨天、などに応じて日射・紫外線を遮るウェアを選択する。凍らしたお手ふきやスポーツドリンク、必要に応じて自動販売機で使える小銭も持たせるように配慮する。弁当を持たせる場合には、食中毒への配慮も必要になってくる。学校側としては、翌日の天候を前もって正確に把握する必要がある。

り、天気だけでなく最高気温、日差し・風の強弱、湿度などの情報収集に努め、日中の暑さが厳しいと予想される場合には、スタート時間の調整、活動時間の短縮と多めの休憩時間、休憩場所の整備とその数の増設、運動負荷・活動量そのものの軽減を考慮する。また低学年、朝食抜き、病欠明け、元々虚弱な生徒などを前もって把握しておき、当日の体調不良者も本人・家族への事前アンケートなどを用いて確認し、特に注意を払って見守り、必要に応じ担当者を決めておく。休憩は、決して涼しいとは言えない屋外テントや木陰よりも、クーラーのある教室などを前もってしっかり冷やしておき、緊急時用も含め積極的に使用する。需要に見合う冷水サーバー数、冷蔵庫や製氷機なども設置し冷やした水分の補給が十分できるよう準備して、質の高い休憩を取らせることがポイントになる。

〔参考文献〕

- 1) 熱中症診療ガイドライン2015.日本救急医学会、2015.
- 2) 三宅康史、神田潤、宮本和幸、他：レセプトデータを用いた最近5年の熱中症患者の推移.日医雑誌144(3),527-532,2015.
- 3) 三宅康史：重症熱中症の病態と治療.臨床スポーツ医学35(7)718-726、2018
- 4) 三宅康史、有賀徹、井上健一郎、他：熱中症の実態調査－Heatstroke STUDY 2006最終報告－.日救急医学会誌2008;19:309-21.
- 5) 三宅康史、有賀徹、井上健一郎、他：本邦における熱中症の実態－Heatstroke STUDY 2008最終報告－.日救急医学会誌2010;21:230-244.
- 6) 日本救急医学会 熱中症に関する委員会：本邦における熱中症の現状－Heatstroke STUDY 2010最終報告－.日救急医学会誌2012;23:211-230.
- 7) 日本救急医学会 熱中症に関する委員会：熱中症の実態調査－Heatstroke STUDY 2012最終報告－.日救急医学会誌2014;25:846-862.
- 8) 中井誠一：熱中症の疫学(変遷).熱中症～日本を襲う熱波の恐怖～改訂第2版.日本救急医学会監修、p12-18へるす出版、2017.
- 9) 熱中症環境保健マニュアル2018.環境省HPより
- 10) 神田潤、三宅康史、門馬秀介 他：熱中症重症度スコアと予後の関係. ICUとCCU38(6)：411-417,2014.
- 11) 三宅康史、清水敬樹、坂本哲也：東京オリンピック・パラリンピック2020に向けての熱中症対策.日職災医誌65別S148、2017.