

/hであった。37 - 37.5℃に約4日間維持され、その間の体温コントロールは良好であった。カテーテル挿入に伴う合併症は認めず、1例に軽度の小脳失調の後遺症を残した他は転帰良好であった。

一方、水冷式体表冷却は、ゲルパッド法 (Arctic Sun<sup>®</sup>, Medivance) の1症例<sup>3)</sup>、ラップ法 (水冷式冷却マットで体幹および四肢を被覆する; Gaymer Medi-Therm<sup>®</sup>, Gaymar) の3症例<sup>4)</sup>が報告されている。ゲルパッド法の1症例およびラップ法の2症例は脳保護を目的に低体温療法が施行された。

重症熱中症患者 (来院時 42.7℃、ショック・昏睡状態) に対して、蒸散冷却により 39℃まで冷却後、ゲルパッドを用いた水冷式体表冷却を導入し、33℃、24時間の低体温療法が施行された。冷却速度は 0.66℃/h であった<sup>3)</sup>。ラップ法の3症例は、重症熱中症 (40.5 - 41.6℃、昏睡) と診断後直ちに、従来の冷却法 (冷却輸液、氷嚢、蒸散冷却) と併用して、ラップ法による水冷式体表冷却を導入した。1時間後 39℃以下に低下したところで、意識レベルが改善した1症例を除いて、2症例に 32-34℃、24時間の低体温療法が導入された。冷却速度は、初期冷却が平均 3.6℃/h、低体温療法導入後平均 1.05℃/h で目標温度に到達した<sup>4)</sup>。低体温療法が導入された3症例はいずれも復温 (0.4℃/h) 後、意識は回復し後遺症なく退院した。

血管内冷却カテーテルを用いた深部冷却および水冷式体表冷却は低体温療法に用いられており、冷却速度は血管内冷却カテーテルが 0.8-1.4℃/h、ゲルパッド法による水冷式体表冷却が 1.0-1.2℃/h と報告されている<sup>5,6)</sup>。熱中症での冷却速度はやや遅いが、導入時の体温が異なるため比較は難しい。今後、熱中症に対するこれらの新しい冷却法の有効性に関する検討が望まれる。

血管内冷却カテーテルによる深部冷却は、熱中症による急性重症脳障害に伴う発熱患者に適応となり、保険収載された。2015年1月現在、承認されている血管内冷却カテーテル (サーモガードシステム<sup>®</sup> 旭ゾールメディカル) は短い 22cm のみのため、大きな体格や血流低下時には冷却効果が不十分な印象がある。一方、水冷式体表冷却は、心停止後症候群

の低体温療法に対して保険算定可能であるが、熱中症の温度管理には算定されない。

#### 文献

- 1) Mégarbane B, Résière D, Delahaye A, et al: Endovascular hypothermia for heat stroke: a case report. *Intensive Care Med.* 2004 ; 30 : 170.
- 2) Broessner G, Beer R, Franz G, et al : Case report: severe heat stroke with multiple organ dysfunction - a novel intravascular treatment approach. *Crit Care.* 2005 ; 9 : R498-501.
- 3) Hong JY, Lai YC, Chang SC, et al : Successful treatment of severe heatstroke with therapeutic hypothermia by a noninvasive external cooling system. *Ann Emerg Med.* 2012 ; 59 : 491-3.
- 4) Lee EJ, Lee SW, Park JS, et al : Successful treatment of severe heat stroke with selective therapeutic hypothermia using an automated surface cooling device. *Resuscitation.* 2013 ; 84 : e77-8.
- 5) Hoedemaekers CW, Ezzahiti M, Gerritsen A, et al : Comparison of cooling methods to induce and maintain normo- and hypothermia in intensive care unit patients: a prospective intervention study. *Crit Care.* 2007 ; 11 : R91.
- 6) Holzer M, Müllner M, Sterz F, et al : Efficacy and safety of endovascular cooling after cardiac arrest: cohort study and Bayesian approach. *Stroke.* 2006 ; 37 : 1792-7.
- 7) Al-Senani FM, Graffagnino C, Grotta JC, et al : A prospective, multicenter pilot study to evaluate the feasibility and safety of using the CoolGard System and Icy catheter following cardiac arrest. *Resuscitation.* 2004 ; 62 : 143-50.
- 8) Haugk M, Sterz F, Grassberger M, et al : Feasibility and efficacy of a new non-invasive surface cooling device in post-resuscitation intensive care medicine. *Resuscitation.* 2007 ; 75 : 76-81.

## 治療

### CQ7：冷却目標温度と冷却時間はどのぐらいが適切か？

**A7：**深部体温が38℃台になるまで積極的な冷却処置を行う（1C）。高体温の時間が長くなると予後が不良となるため、できるだけ早期に目標温度に到達することが望ましい（1C）。

#### ■解説

労作性熱中症に対しては、ショック状態など生命を脅かす合併症が存在しない限り、病院に搬送する前に水槽に浸漬させる、または大量の水を噴霧させるなどして、できるだけ早期から冷却処置を行うことが推奨されている<sup>13)</sup>。さらに、過度の冷却によって低体温に陥らないため、深部体温のモニタリング下に処置を行うことが望ましいとされている<sup>4)</sup>。直腸温、膀胱温、食道温などが深部体温として測定されるが、病院前でそれらを測定し、モニタリングすることは困難である。直腸温を指標に低体温へ陥らない冷却処置について検討した研究では、浸漬させる水槽の水温が10℃未満であれば38.6℃、10℃以上であれば37.8℃の直腸温を目標とした冷却をおこなえば、低体温を生じることなく、安全であったことが報告されている<sup>5)</sup>。また冷水への浸漬の効果に関する研究では、2℃の水に約9分浸漬させることで直腸温が39.5℃から38.6℃まで低下すること、目標温度を直腸温38.6℃とした場合は処置を終えた後に低体温に陥らないことも報告されている<sup>6)</sup>。

非労作性熱中症における冷却目標温度や冷却時間を検討した研究報告は見られないが、高体温の時間が長くなることで予後が不良となるため、労作性と同様にできるだけ早期に38℃台になるまで冷却することが望ましい。

日本救急医学会熱中症に関する委員会による全国調査 Heatstroke STUDY の結果において、後遺症を生じることなく生存できたⅢ度熱中症を対照群とし、後遺症を生じた群と比較検討すると、38℃までの冷却時間は後遺症を生じた群で長く、有意差を認めている（Heatstroke STUDY 2006 と Heatstroke

表 38℃までの冷却持続時間（分）

	後遺症群	対照群
Heatstroke STUDY 2006/2008	108.3±93.5	67.2±85.0
Heatstroke STUDY 2010	118.0±111.5	78.6±131.1
Heatstroke STUDY 2012	234.6±362.2	130.7±232.1

(Mann-Whitney test で全て  $p < 0.05$ )

STUDY 2008 については併せての検討<sup>7)</sup>が行われている）。

意識障害を伴う重症熱中症に対しては、病院に搬送する以前より水を噴霧させるなど、積極的な冷却処置を開始し、病院到着後は直腸温をモニタリングし深部体温が38℃台になるまで全身管理の下に冷却処置を効果的に行うことが後遺症を生じないためにも重要となる。

#### 文献

- 1) Rohe ST: Exertional heat illness in a Marine training on the endurance course. JAAPA. 2012 ; 25 : 34, 36-38.
- 2) Fink E, Brandom BW, Torp KD: Heatstroke in the super-sized athlete. Pediatr Emerg Care. 2006 ; 22 : 510-3.
- 3) Heled Y, Rav-Acha M, Shani Y, et al: The "golden hour" for heatstroke treatment. Mil Med. 2004 ; 169 : 184-6.
- 4) Makranz C, Heled Y, Moran DS: Hypothermia following exertional heat stroke treatment. Eur J Appl Physiol. 2011 ; 111 : 2359-62.
- 5) Proulx CI, Ducharme MB, Kenny GP: Safe cooling limits from exercise-induced hyperthermia. 2006 ; 96 : 434-45.
- 6) Gagnon D, Lemire BB, Casa DJ, et al: Cold-water immersion and the treatment of hyperthermia: using 38.6 °C as a safe rectal temperature cooling limit. J Athl Train. 2010 ; 45 : 439-44.
- 7) 中村俊介, 三宅康史, 土肥謙二, 他: 熱中症による中枢神経系後遺症 - Heatstroke STUDY 2006, Heatstroke STUDY 2008 の分析結果 - . 日救急医学会誌. 2012 ; 22 : 312-8.

## 治療

### CQ8：熱中症に合併する DIC の治療は必要か

**A8**：DIC は重症熱中症に合併すると考えられる (1C)。熱中症に合併する DIC に関して、その発生機序と病態、治療の必要性、治療する場合の薬剤選択に関しては十分な検討がなされていない (2D)。

#### ■解説

熱中症に合併する血液凝固異常に関しては、ヨーロッパ蘇生協議会 (ERC) のガイドライン 2010<sup>1)</sup>でも、最重症の熱射病 (heatstroke) の一症状として明示されている。本邦独自の重症度分類である日本救急医学会の示す熱中症分類<sup>2)3)</sup>でも、DIC の存在は最重症のⅢ度に分類される。Heatstroke STUDY (以下 HsS) 2010 の 1,764 例の登録データを使用した臨床研究<sup>4)</sup>から、①中枢神経障害、②肝・腎障害、③血液凝固異常 (DIC) のいずれかの臓器障害を呈する症例を再集計すると、Ⅲ度熱中症は 1,216 例あり、DIC 発生例はこのうち 108 例 (8.9%) に過ぎず、そのうち中枢神経障害、肝腎障害の双方を伴っているものが 99 例 (92%) で、中枢神経系を伴うもの 6 例、肝・腎障害を伴うもの 2 例、DIC のみ 1 例であった。すなわち、血液凝固異常は単独では発生せず、中枢神経障害、肝腎障害の両方を伴うことが大多数であった。また、DIC 合併例と非合併例では、DIC を伴う群において累積生存曲線が下がる傾向にあった (検定法によっては有意差あり)。

熱中症の病態に関する臨床研究は数少ないが、熱中症の重症化に伴い臓器虚血と高体温そのものが、臓器障害を進行させ、高サイトカイン血症による SIRS と腸管虚血による bacterial translocation が sepsis と同様の機序で DIC を惹起させると考えられる<sup>5)</sup>。前出の ERC のガイドライン 2010 でも、熱射病は SIRS の一型として説明されている。

HsS2012 の 2,130 例に及ぶ検討からは、集中治療を受けた 92 例中 33 例で抗 DIC 治療が施行されており、うち 10 例が死亡 (6 例は 3 日以内に死亡) していた。早期死亡を免れたⅢ度熱中症例に対し抗

DIC 療法を行うことで機能的予後 (特に中枢神経障害) を改善させることができるかを見極める必要がある。本邦では、DIC 治療薬として AT-Ⅲおよびトロンボモジュリンが選択されると考えられるが、熱中症に合併した DIC に、それらを推奨する臨床的なエビデンスは現状では存在しない。HsS2014 では、Hs Advance2014 として、採血項目に AT-Ⅲ、トロンボモジュリン、エンドトキシンを加えており<sup>6)</sup>、そのデータ解析が進めば、新たな臨床知見が得られる可能性がある。

#### 文献

- 1) Soar J, Perkins GD, Abbas G, et al: European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. Resuscitation. 2010; 81: 1400-33.
- 2) 安岡正蔵, 赤居正美, 有賀徹, 他: 熱中症 (暑熱障害) I - Ⅲ度分類の提案: 熱中症新分類の臨床的意義. 救急医. 1999; 23: 1119-23.
- 3) 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: 846-62.
- 4) 神田潤, 三宅康史, 近藤農, 他: 熱中症の発症環境の違いによる 4 分類型重症度分類と予後の関係についての検討. 日救急医学会誌. 2011; 22: 489.
- 5) Lambert GP: Intestinal barrier dysfunction, endotoxemia and gastrointestinal symptoms: the 'canary in the coal mine' during exercise-heat stress? Med Sport Sci. 2008; 53: 61-73.
- 6) 日本救急医学会ホームページから熱中症に関する委員会のパンフ: 『「熱中症に関する全国調査」について (お願い) 』 <http://www.jaam.jp/html/nettyu/nettyusyou.htm#ne>

## 治療

### CQ9：熱中症における臓器障害に有効な治療は何か

**A9**：重症熱中症により生ずる臓器障害は中枢神経、肝、腎、循環器などの多臓器に及ぶ（1C）。これらの各臓器障害に対する、十分に検討され確立した治療方法はなく、対症療法を行っているのが現状である（2D）。

#### ■解説

重症熱中症により生ずる臓器障害は前述のDIC以外に、中枢神経障害、肝障害、腎障害、心筋障害、ARDSを含む肺障害などが挙げられている<sup>1, 2)</sup>。しかし、それぞれの障害に対する根治的治療はもとより、対症療法・保護療法においても、その適応や導入のタイミングについて十分検討された報告はなく、症例報告にとどまっている。

#### 中枢神経障害に対する低体温療法

直腸温 40℃以上の重症熱中症患者で、体温を 39℃まで冷却しても意識が改善しない2名に対し、深部体温 32～34℃、24時間の低体温療法を施行したところ、合併症無く退院した<sup>3)</sup>。低体温療法は心肺停止蘇生後候群の脳保護目的に推奨されていること<sup>4)</sup>、熱中症において冷却後も二次的な組織障害は進行している可能性が十分にある<sup>5)</sup>ことから、低体温療法が熱中症による中枢神経障害の進行を軽減させた可能性はある。低体温療法施行の有無および、低体温療法の目標体温・冷却時間を含めたRCT等による検証が必要と考えられる。

#### 肝障害・肝不全に対する輸血・血漿交換・肝移植

肝底護薬<sup>6)</sup>、凝固因子の補充療法<sup>7, 8)</sup>、血漿交換<sup>8, 10)</sup>、肝移植<sup>11-14)</sup>など、熱中症以外の原因で生じた急性肝炎・劇症肝炎に準じた治療が報告されているが、そのタイミング、適応について十分検討された報告はない。現時点で、肝移植後の長期生存例は数少ない<sup>11)</sup>、死亡例の報告が多い<sup>12, 14)</sup>、肝移植の適応となった症例でもその後自然軽快した報告が多い<sup>15, 17)</sup>、などの点から輸血・血液製剤による補充療法、血漿交換や後述の血液浄化などを組み合わせた保存的治

療が中心で、肝移植に関しては十分な検討が必要と考えられる。

#### 血液浄化療法

熱中症による肝腎障害、横紋筋融解症、高サイトカイン血漿に対する治療として各種血液浄化療法が報告されているが<sup>18, 19)</sup>、熱中症以外の原因で生じた各病態に対する治療に準じて報告されており、熱中症における導入のタイミング、適応、有効性について十分検討された報告はない。Retrospective studyではあるが16例の熱中症患者に対するcontinuous veno-venous hemofiltration (CVVH)の施行前後で、体温低下、脈拍低下、平均動脈圧上昇、BUN低下、血清クレアチニン値低下、血清ミオグロビン値低下、血清CK値低下、血清乳酸値低下、P/F比の上昇、APACHE IIスコアの改善を有意に認め、CVVHの有効性を示唆する報告がある<sup>19)</sup>。敗血症に対する血液浄化療法同様、有効性を示す強いエビデンスはないが、熱中症の病態改善に血液浄化療法が寄与する可能性はある。

#### 文献

- 1) Soar J, Perkins GD, Abbas G, et al : European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 8. Cardiac arrest in special circumstances: Electrolyte abnormalities, poisoning, drowning, accidental hypothermia, hyperthermia, asthma, anaphylaxis, cardiac surgery, trauma, pregnancy, electrocution. Resuscitation. 2010 ; 81 : 1400-33.
- 2) Zeller L, Novack V, Barski L, et al : Exertional heatstroke: clinical characteristics, diagnostic and therapeutic considerations. Eur J Intern Med. 2011 ; 22 : 296-9.
- 3) Lee EJ, Lee SW, Park JS, et al : Successful treatment of severe heat stroke with selective therapeutic hypothermia using an automated surface cooling device. Resuscitation. 2013 ; 84 : e77-8.
- 4) Morrison LJ, Deakin CD, Morley PT, et al : Part 8: Advanced life support: 2010 International

- Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*. 2010 ; 122 (16 suppl2) : S345-421.
- 5) Bouchama A, Knochel JP : Heat stroke. *N Engl J Med*. 2002 ; 346 : 1978-88.
  - 6) Azzopardi N, Chetcuti S, Sant J, et al : Acute Liver Impairment in a Young, Healthy Athlete: Hypoxic Hepatitis and Rhabdomyolysis following Heat Stroke. *Case Rep Gastroenterol*. 2012 ; 6 : 563-8.
  - 7) Giercksky T, Boberg KM, Farstad IN, et al : Severe liver failure in exertional heat stroke. *Scand J Gastroenterol*. 1999 ; 34 : 824-7.
  - 8) Raj VM, Alladin A, Pfeiffer B, et al : Therapeutic plasma exchange in the treatment of exertional heat stroke and multiorgan failure. *Pediatr Nephrol*. 2013 ; 28 : 971-4.
  - 9) Chen KJ, Chen TH, Sue YM, et al : High-volume plasma exchange in a patient with acute liver failure due to non-exertional heat stroke in a sauna. *J Clin Apher*. 2014 ; 29 : 281-3.
  - 10) Akieda K, Yamamoto R, Tamura K, et al : Successful treatment of a case with acute hepatic failure following hot bath immersion. *Tokai J Exp Clin Med*. 2008 ; 33 : 65-9.
  - 11) Takahashi KI, Chin K, Ogawa K, et al : Living donor liver transplantation with noninvasive ventilation for exertional heat stroke and severe rhabdomyolysis. *Liver Transpl*. 2005 ; 11 : 570-2.
  - 12) Berger J, Hart J, Millis M, et al : Fulminant hepatic failure from heat stroke requiring liver transplantation. *J Clin Gastro-enterol*. 2000 ; 30 : 429-31.
  - 13) Hassenein T, Perper JA, Tepperman L, et al : Liver failure occurring as a component of exertional heatstroke. *Gastroenterology*. 1991 ; 100 : 1442-7.
  - 14) Saissy JM : Liver transplantation in a case of fulminant liver failure after exertion. *Intensive Care Med*. 1996 ; 22 : 831.
  - 15) Kurowski J, Lin HC, Mohammad S, et al : Exertional Heat Stroke in a Young Athlete Resulting in Acute Liver Failure. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2014.
  - 16) Hadad E, Ben-Ari Z, Heled Y, et al : Liver transplantation in exertional heat stroke : a medical dilemma. *Intensive Care Med*. 2004 ; 30 : 1474-8.
  - 17) Wagner M, Kaufmann P, Fickert P, et al : Successful conservative management of acute hepatic failure following exertional heatstroke. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2003 ; 15 : 1135-9.
  - 18) Wu B, Gong D, Ji D, et al : Clearance of myoglobin by high cutoff continuous veno-venous hemodialysis in a patient with rhabdomyolysis : A case report. *Hemodial Int*. 2015 ; 19 : 135-40.
  - 19) Zhou F, Song Q, Peng Z, et al : Effects of continuous venous-venous hemofiltration on heat stroke patients : a retrospective study. *J Trauma*. 2011 ; 71 : 1562-8.

## 予 後

### CQ10：熱中症の後遺障害には どのような特徴があるか

**A10**：熱中症の主たる後遺障害は中枢神経障害である（1C）。深部体温が高く、高度の意識障害や血圧低下など循環障害を認める場合に生じる傾向がある（1C）。

#### ■解説

重症熱中症では、中枢神経障害、肝障害、腎障害、心筋障害、ARDSを含む肺障害などの臓器障害や血液凝固異常などが認められる。肝障害を伴う熱中症を繰り返した症例の報告においても慢性肝障害への移行はない<sup>1)</sup>。熱中症における主たる後遺障害は中枢神経障害であり、その症状として小脳失調やパーキンソン症候群などの報告がある<sup>2,4)</sup>。さらに、退院時に残存する中枢神経障害は1年後も改善なく存在することが報告されている<sup>5)</sup>。一方、中等症である熱疲労では、発症2週間後に短期記憶や姿勢安定性の低下など中枢神経障害を認めるものの、これらの症状は3～6ヶ月後には改善している<sup>6,7)</sup>。

後遺障害としての中枢神経障害について、日本救急医学会 熱中症に関する委員会による全国調査 Heatstroke STUDY 2006 と Heatstroke STUDY 2008 の結果を併せて行われた検討では、来院時の高体温、重症意識障害、血液ガス分析の Base excess (BE) 低値、冷却終了まで長時間要していることが、発生に関連する要因として示されている<sup>8)</sup>。また、Heatstroke STUDY 2010、Heatstroke STUDY 2012 の調査結果を用いた検討においても同様の結果の出ることが検証されている。

非労作性熱中症の予後については、後方視的研究において、体温がより高く、血圧が低下し、意識レベルが低下した場合に死に至りやすいことが報告され<sup>9)</sup>、コホート研究では、利尿薬の服用、施設入所、高齢、心疾患・悪性疾患の既往、40℃より高い深部体温、血圧低下、意識障害、救急車による搬送、また冷却した時間や乳酸、トロポニンI、クレアチニンの値などが予後因子として報告されている<sup>10,11)</sup>。

さらに疫学調査報告においても、高齢、自立生活困難は熱中症の危険因子であり、心疾患や精神疾患をもつ患者、独居などは暑熱に関連した死の危険が増加すると報告されている<sup>12)</sup>。一方、労作性熱中症に関しては、後方視的に行われたコホート研究において、虫垂炎と比較し死亡リスクの増加が示され、特に男性において脳血管障害や虚血性心疾患による死亡リスクの増加が示されている<sup>13)</sup>。

熱中症による早期の死亡は多臓器障害によるものであり、急性期を過ぎた死亡は神経学的な機能障害が原因であることが報告されている<sup>9)</sup>。そのため、熱中症における後遺症を来す条件は、長期の生命予後に影響を与える要因と重複している。

#### 文献

- Sort P, Mas A, Salmeron JM, et al: Recurrent liver involvement in heatstroke. *Liver*. 1996 ; 16 : 335-7.
- Biary N, Madkour MM, Sharif H: Post-heatstroke parkinsonism and cerebellar dysfunction. *Clin Neurol Neurosurg*. 1995 ; 97 : 55-7.
- Lew HL, Lee EH, Date ES, et al : Rehabilitation of a patient with heat stroke : a case report. *Amj Phys Med Rehabil*. 2002 ; 81 : 629-32.
- Ookura R, Shiro Y, Takai T, et al: Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of a severe heat stroke patient complicated with severe cerebellar ataxia. *Intern Med*. 2009 ; 48 : 1105-8.
- Dematte JE, O'Mara K, Buescher J, et al: Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago. *Ann Intern Med*. 1998 ; 129 : 173-81.
- Chia SE, Teo KJ: Postural stability and neurobehavioural effects of heat exhaustion among adult men. *Neurotoxicol Teratol*. 2001 ; 23 : 659-64.
- Chia SE, Teo KJ : Prognosis of adult men with heat exhaustion with regard to postural stability and neurobehavioral effects : a 6-month follow-

up study. Neurotoxicol Teratol. 2003 ; 25 : 503-8.

8) 中村俊介, 三宅康史, 土肥謙二, 他: 熱中症による中枢神経系後遺症 - Heatstroke STUDY 2006, Heatstroke STUDY 2008 の分析結果 - . 日救急医学会誌. 2012 ; 22 : 312-8.

9) LoVecchio F, Pizon AF, Berrett C, et al: Outcomes after environmental hyperthermia. Am J Emerg Med. 2007 ; 25 : 442-4.

10) Pease S, Bouadma L, Kermarrec N, et al: Early organ dysfunction course, cooling time and outcome in classic heatstroke. Intensive Care Med. 2009 ; 35 : 1454-8.

11) Hausfater P, Megarbane B, Dautheville S, et al: Prognostic factors in non-exertional heatstroke. Intensive Care Med. 2010 ; 36 : 272-80.

12) Centers for Disease Control and Prevention (CDC) : Heat-related deaths--Chicago, Illinois, 1996-2001, and United States, 1979-1999. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2003 ; 52 : 610-3.

13) Wallace RF, Kriebel D, Punnett L, et al: Prior heat illness hospitalization and risk of early death. Environ Res. 2007 ; 104 : 290-5.

## 予 後

### CQ11 : 熱中症死亡例の特徴には どのようなものがあるか

**A11** : 各国の熱波の際の疫学研究で、高齢、日常生活動作が低下している、心疾患の治療歴、精神疾患の治療歴、来院時のバイタルサインが悪いこと(高体温、収縮期血圧低下、意識状態の低下)が死亡例の患者背景・状態の特徴として報告されている(1C)。またこれらの死亡は来院後早期であることも特徴の一つである(1C)。

#### ■解説

現時点で、熱中症による死亡の危険因子に関して、十分に前向き検討された研究の報告はない。一方で、各国で時々ニュースとなる大規模な熱波の際には、疫学的な後ろ向き研究の報告やそのレビューは数多くある。代表的なものが2003年にフランスを中心にヨーロッパを襲った熱波である。この熱波によりフランスでは8月だけで約15,000人が死亡しており、同国からの報告が多い。その中で、もっとも大規模な観察コホート研究として、救急外来受診時の深部体温38.5℃以上であった16施設1,456人を対象としたものがあり、以下の9つの独立した死亡に関連する因子を挙げている；利尿剤服用、施設入所中、高齢(>80才)、心疾患、悪性疾患、高体温(深部体温>40℃)、収縮期血圧100未満、GCS<12、救

急車による搬送<sup>1)</sup>。同様に受診時に深部体温38℃以上あるいは脱水症状を認めた単施設165人を対象とした研究では、早期死亡の因子として高介護レベル、来院時のバイタルサインが悪い、高血糖、高トロポニン値、白血球数高値、低蛋白、低プロトロンビン値、心疾患の既往、肺炎を合併、精神疾患の治療歴を挙げている<sup>2)</sup>。さらに、熱中症の診断でICUに入院した80施設345人を対象としたものでは、死亡率上昇の因子として施設内発症、心疾患、利尿剤服用、高体温、GCS低値、血小板低値、プロトロンビン時間延長、血清クレアチニン値高値、重症度スコア高値、24時間以内の血管作動薬投与を挙げている<sup>3)</sup>。これら3つの報告に共通している死亡例の特徴は、施設入所を含め介護レベルが高い人、高齢者、心疾患の治療歴がある、来院時のバイタルサインが悪いということである。また、精神疾患に関しては1995年のアメリカシカゴ<sup>4)</sup>、ウィスコンシン<sup>5)</sup>、1999年シカゴ<sup>6)</sup>、シンシナティ<sup>7)</sup>の熱波に関する報告では常にリスクとして挙げられており、特に65才未満の高齢者ではない年齢層でのリスクとして注意しておくべきである。先に挙げたフランスからの報告でも、精神疾患の既往が統計学的にリスクとして挙げられなかった報告の研究者は、「精神疾患などのリスクファクターは、熱中症により引き起こされる主要な障害の一部に影響を及ぼしているのみであるため、強烈的な熱波で多数の犠牲者が発生するような状況下では埋もれてしまうが、熱中症の死

亡率がそれほど高くない平時においては、重要な死亡のリスクとなり得る」と考察しており<sup>3)</sup>、精神疾患も熱中症における死亡率上昇のリスクと考えるとよいと考えられる。最後に、これら後ろ向き研究を統計学的にレビューした文献においても、熱波に関連する死亡（熱中症ではない）のリスクとして、寝たきり、外出しない、生活が自立していない、精神疾患、心疾患、呼吸器疾患が挙げられており<sup>8)</sup>、我が国で2006年より隔年で行われているHeatstroke STUDYにおいても高齢者の死亡率は有意に高く、来院時にすでにバイタルサインが大きく崩れていて早期に死亡することも多いため<sup>9,12)</sup>、熱中症シーズンにはこのようなリスクを持つ患者に医療機関・社会が積極的に介入し予防に努める必要があると考えられる。

#### 文献

- 1) Hausfater P, Mégarbane B, Dautheville S, et al : Prognostic factors in non-exertional heatstroke. *Intensive Care Med.* 2010 ; 36 : 272-80.
- 2) Davido A, Patzak A, Dart T, et al : Risk factors for heat related death during the August 2003 heat wave in Paris, France, in patients evaluated at the emergency department of the Hôpital Européen Georges Pompidou. *Emerg Med J.* 2006 ; 23 : 515-8.
- 3) Misset B, De Jonghe B, Bastuji-Garin S, et al : Mortality of patients with heatstroke admitted to intensive care units during the 2003 heat wave in France: a national multiple-center risk factor study. *Crit Care Med.* 2006 ; 34 : 1087-92.
- 4) Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med.* 1996 ; 335 : 84-90.
- 5) Nashold RD, Jenzten JM, Peterson PL, et al. Heat-related deaths during the summer of 1995, Wisconsin. *Wis Med J.* 1996 ; 95 : 382-3.
- 6) Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, et al : Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med.* 2002 ; 22 : 221-7.
- 7) Kaiser R, Rubin CH, Henderson AK, et al : Heat-related death and mental illness during the 1999 Cincinnati heat wave. *Am J Forensic Med Pathol.* 2001 ; 22 : 303-7.
- 8) Bouchama A, Dehbi M, Mohamed G, et al : Prognostic factors in heat wave related deaths: a meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2007 ; 167 : 2170-6.
- 9) 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.
- 10) 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 : 230-44.
- 11) 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 : 211-30.
- 12) 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 : 846-62.



## 公表される公的機関からの速報を用いた熱中症の現状把握と 発生パターンの研究

研究分担者 登内 道彦 気象業務支援センター

### 研究要旨

**研究目的：**熱中症発生の全国調査を正確かつ迅速に可能とするための総合的な症例登録システムの開発と、熱中症速報（発生数、重症度など）を通じた新たな熱中症注意報の開発

**研究方法：**環境省熱中症予防情報サイトで公開されている WBGT（暑さ指数）、消防庁発表の熱中症による救急搬送者数、本研究において試験的に運用された「症例登録システム」（以下、「HS-STUDY 速報値」）による、参加医療機関から送付された熱中症患者のデータ、および、国立環境研究所が政令指定都市から収集・公開している熱中症搬送者数を収集し、熱中症速報（発生数、重症度など）および熱中症注意報の可能性を検討した。

**結果：**熱中症が多く発生している期間では、HS-STUDY 速報値は全国の熱中症発生状況を良く反映した。

**まとめ：**HS-STUDY 速報値は、重症度Ⅱ以上の事例に絞り込むことにより、全国的な熱中症の発生状況を把握する指標となることが示された（指標となるためには、暑さのピーク時〔梅雨明け時の全国的な高温〕の症例数が 15 例程度確保できる協力体制の構築が必要）。

### A. 研究目的

熱中症発生の全国調査を正確かつ迅速に可能とするための総合的な症例登録システムの開発と、現実に熱中症診療で問題となる重症度分類、国際的な診断基準とガイドラインの策定、医療情報や過去のデータを加味した夏の熱中症速報（発生数、重症度など）を通じた新たな熱中症注意報の開発を目的とする。

### B. 研究方法

環境省の環境省熱中症予防情報サイト (<http://www.wbgt.env.go.jp/>) で公開されている、WBGT（暑さ指数）を収集する。

また、消防庁より 1 週間に 1 回発表される、熱中症による救急搬送者数 ([http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9\\_2.html](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_2.html)) について、日別の年齢階級、重症度を集める。

加えて、本研究において試験的に運用された「症例登録システム」により、7 月 1 日から 9 月 30 日の間、参加医療機関から送付された熱中症患者のデータ「HS-STUDY 速報値」を収集する ([http://www.](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/nettyuu/index.html)

[mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/nettyuu/index.html](http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/nettyuu/index.html) で公開された)。

さらに、国立環境研究所が政令指定都市から収集・公開している（週 1 回、前週の熱中症による救急搬送者数を公開）熱中症搬送者数について (<http://www.nies.go.jp/health/HeatStroke/spot/index.html>) も収集し解析に用いた。

### C. 研究結果

平成 24 年～26 年における各年の研究結果は、以下のとおり。

[平成 24 年]

・最初のピークで、熱中症の搬送者数の増加と重症者患者の増加があり、このピークの気温が高くなると、搬送者および重症者数の増加がさらに大きくなる（2010、2011 年も同様）。

・HS-STUDY2012 速報値では、最初のピークでは、消防庁の搬送者数と良い相関をもって患者数の増加があった。また、重症者数の増加は、消防庁データよりも明瞭になる傾向にあり、注意報の指標となる可能性が示された。

・HS-STUDY2012 速報値では、8月に入り患者数が減少しており、時期により消防庁などのより広域のデータとの対応が異なる可能性がある。

[平成 25 年]

・HS-STUDY2013 では、症例数を入院患者に絞ったことにより、消防庁搬送者データとの対応がより明確になった。

・最も対応が良いのは 2013 年も第 1 のピークであった。

・HS-STUDY2013 速報値が 15 例を超えると、消防庁熱中症搬送者数との対応が良く、熱中症の搬送者状況がある程度推定することができた。

・東京都、大阪府、福岡県のデータのみで比較した場合、東京都の搬送者数はある程度推定出来る可能性があるが、大阪府や福岡県では、殆どの症例数が 10 以下であり、都道府県別の増加傾向を定量的に把握することは現状では難しい。

・第 1・2 のピークは、重症患者の増加、高齢者の増加、地域別の変化傾向も反映されており、変化の割合は消防庁データよりも明瞭になる傾向にあり、注意報の指標となる可能性がある。

[平成 26 年]

・HS-STUDY2014 では、症例数を入院患者に絞ったことにより、消防庁搬送者データとの対応がより明確になった (HS-STUDY2013 と同様)。

・HS-STUDY2014 速報値と消防庁搬送者数の対応は 2012-2014 の 3 年間でもっとも良かった。

・HS-STUDY2014 速報値が 6 例程度を超えると、消防庁熱中症搬送者数との対応が良く、熱中症の搬送者状況がある程度推定することができた。

・東京都のデータのみで比較した場合、事例数が少ないためにバラつきが大きく、症例数が 6 程度以上ないと、都道府県別の増加傾向を定量的に把握することは現状では難しい。

・ピーク時は、重症患者の増加、高齢者の増加、地域別の変化傾向も反映されており、変化の割合は消防庁データよりも明瞭になる傾向にあり、注意報の指標となる可能性がある。

#### D. 考 察

HS-STUDY 速報値は、消防庁発表の熱中症救急搬送者数と高い相関関係を有し、熱中症発生の全国的な動向を即時的に把握する有効な方法であること

が示された。

HS-STUDY 速報値は、重症度Ⅱ以上の事例に絞ったほうが、消防庁発表の熱中症救急搬送者数をよく代表することから、速報値は重症度Ⅱ以上に絞ることが望ましい。

HS-STUDY 速報値は、暑さが続いた場合の、高齢者の増加、室内における発症の増加、地域的な分布の推移もおよその傾向は反映する。また、暑さのピークが複数回訪れた場合は、第 1 のピークでの代表性が最も良い。

HS-STUDY 速報値の症例数が小さい場合は、消防庁発表の熱中症救急搬送者数の傾向を反映できない場合があり、暑さのピーク時での 1 日あたりの症例数は、可能であれば 15 例以上収集することが可能な通報機関数を確保できることが望ましい。

#### E. 結 論

HS-STUDY 速報値は、重症度Ⅱ以上の事例に絞り込むことにより、全国的な熱中症の発生状況を把握する指標となることが示された。ただ、指標となるためには、暑さのピーク時 (梅雨明け時の全国的な高温) の症例数が 15 例程度確保できる協力体制の構築が必要である。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

Michihiko TONOUCI: Heat Stroke Information in Japan. 20th International Congress of Biometeorology (Cleveland, Ohio, USA), 2014

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

