

熱中症について

山田誠二産業保健センター

山田 誠二

「熱中症」の健康障害の要点をまとめてみたのが、表 1である。

1. 恒温動物である人間は、どんなに環境になっても、体温を一定に保たなければならない。環境温度が30℃を超える暑熱環境では、対流・伝導、対流、輻射などの物理的熱伝導因子では対応できず、暑熱環境での体温調節機構は、水分蒸発による熱放散しかない。
2. 汗として水分蒸発に利用している液体は体液である。体液は各臓器に酸素と栄養物を運び、老廃物と二酸化炭素を運び去ることを目的としているが、循環血液量に余裕がある時には、体液を発汗として熱放散に利用される。しかし、体液は身体の維持には必要なものであるため、体液が失われると体液不足状態、すなわち脱水状態になる。
- 3・4. この発汗による体液不足を脱水とよんでいる。体液不足（脱水）を素早く補う必要があるが、ヒトなどは、すぐに喪失した水分量を自発的に補うことができない（自発的脱水）。本人は脱水に相当する量の水を飲んで、脱水状態は回復していると思っているが、実際には40～60%ほどしか脱水分は補給されていない。ヒトでは、脱水状態からの回復に過程が約1日かかる。
5. 発汗により喪失した水分量が補われないと、体温上昇を抑えるための液体の蒸発に使用できる水分量が不足する。
6. 体液は本来、各臓器に血液を供給することを第一の機能目的としているから、各臓器に必要な酸素を供給するための循環血液量の確保は最も大切な要件である。循環血液量の確保が最も優先され、発汗による体温調節に体液は使用できなくなる。
7. そうすると、すぐに発汗はとまり、それにともなって急速に体温が上昇する。
8. 多臓器が障害されて死亡する（多臓器障害）。

対策としては、

- ① 暑い環境に、なるべく近づかない。気候の温暖化が余計に暑熱環境を強くしている。
- ② 脱水に対して、なるべく多くの水分補給をする。この際、体液にはナトリウムやクロールなどの電解質が含まれており、発汗により電解質も失われるので、水分とともに電解質も補給も必要である。
- ③ 熱中症で起こる症状を理解することも大切である。
- ④ 熱中症による健康障害が起こる危険信号として利用される環境指標は、何なのか？
- ⑤ 熱中症予防策はそうすればよいのか？

などが考えられる。①～⑤について説明する。

① 暑い環境に、なるべく近づかない

暑い環境に近づかないと言われても、職業柄、暑い環境で働かざるを得ない職業も多い。建設業などはその代表的な業種で、熱中症による労働災害（労災）が多い。熱中症による労働災害は、「(3) 異常温度条件による疾病」に分類され、平成 30 年度 1,394 件で、全労働災害の 16.1%を占めていた。その内「熱中症」による障害は 1179 件で、全労災件数(8684 件)の 13.6%であった。被災者のうち 28 人が死亡している。平成 26 年度から「(3) 異常温度条件による疾病」から、「熱中症」が特出されて分類されている。それだけ熱中症による労災事故の件数が多いためであろう。業種別では、建設業、運輸交通業での罹患率が高く、多くの死亡者も出している。

熱中症は歴史的には、炭鉱をはじめとする鉱業、紡績業、金属精錬所、船内作業で多く発生していたが、それぞれの企業で独自の対策をたてて障害発生は抑えられていた。最近の発生現場としては、建設業、土木業などの屋外作業、空調の切れた空間における改築工事などの屋内作業などの労働現場やスポーツで多く発生している。

建設業では、「熱中症」の罹患者数に著明な減少は見られていないし、環境温はさらに暑くなっており、その対策が喫緊の課題である。ビルの建設現場では環境温度を少しでも下げるために、水のみストを噴出・流出して環境温度を下げている工事現場もある。高所の工事現場から休憩時に降りてこない現場作業者のために、地上にいる監督者が補給水(水・塩分、スポーツドリンク)等持ち上げて、現場作業者に与えている事例もみられる。地上では冷房を備えた休憩室や巨大な扇風機の回っている休憩室などが設けられ、外界からの熱を遮断し、体温を下げることを試みている。

作業により筋肉を使用するとそれだけ多くの熱が筋肉から発生して体温が上昇する。仕事の強度が増せばそれだけ筋肉から多くの熱が発生するので、作業の一連続時間を短くして労働による熱負荷を軽減し、筋肉使用による体内に発生する熱量を少なくする必要がある。また、クールジャケットなどの浸透・通気性の良い服装にし、熱量の放散をたやすくできるようにしている。冬服や通気性の悪い防護服などを用いないようにすることも大切である。

さらに、温度への適応には、順化(「馴化」)期間が必要で、暑さに対する順化は 1 週間ぐらいかけて獲得され、暑さにばく露されていないと順化はなくなってしまふ。5 月のゴールデンウィークの急速な暑さの上昇時に「熱中症」が多いのは、暑さに慣れていないからである。また、お盆休みでクーラーの効いた部屋での生活をした後のお盆休み明けに「熱中症」の件数が多いのは、暑さに対する順化がなくなったためである。作業の開始直後の前半部分と作業中断後の開始時期には注意を要する。

② 脱水と水分補給

発汗による体液不足(脱水)を補う必要があるが、ヒトなどは、すぐに喪失した水分量を自分が水分摂取して、自発的に補うことができない。ヒトなどでは脱水後に飲水を許し

でも、直ちに脱水量に相当する水分に相当する水分を摂取することなく、その後食事とともに脱水の回復をはかる。ヒトと同類の動物としては、ウマ、ラット、モルモットがある。この種の動物群ことを late drinker と呼んでいる。本人は十分に脱水に相当する量の水を飲んだと思っているが、40~60%ほどしか水分を補給されていない。ヒトでは約1日かけて、脱水を調節している。ラットなどは汗腺がないので、発汗はしないが、唾液を体中に塗って、唾液が乾燥する際に体の熱を奪うのである。一方、イヌ等では、水を与えた場合、直ちに脱水量に見合った水分を摂取して脱水量を補う。イヌと同類の動物をしては、ラクダ、ヒツジ、カバがいる。この種の動物のことを early drinker とよんでいる。ラクダなどはオアシスからオアシスまで水を飲まなくて行動ができる。late drinker における脱水回復過程の遅れを「自発的脱水」とよんでいる。

発汗により、循環血液量は減少するが、血液による身体の冷却効果について考えてみる。発汗の最大量は、1.0~1.5L/時間であり、1Lの発汗で580kcalの熱を奪う。皮膚表面から1gの水が蒸発すると0.58kcalの気化熱を奪い、ヒトの身体の比熱は0.83である。体重70kgと仮定すると、この人の熱容量は $0.83 \times 70 = 58.1$ kcalで、100gの水が蒸発すると、計算上は体温を1℃下げることになる。その意味では水分蒸散による体温の低下は効果的である。

汗の成分は、99%以上が水で、あとの固形成分がNaClである。ナトリウムは、100mLにつき45~240mg含まれている。生理的食塩水は、100mLに90mgのNaClが含まれている。汗は生理的食塩水より薄い低張性のものが多く、暑熱に順化するに従って汗のNaClの濃度が低下するので、補給水としては、0.1~0.2%の塩分が入ったものでよい。さらにナトリウムが小腸で吸収されるときには、糖との共輸送体があるためにナトリウムと糖があるときに、吸収しやすくなるので、糖を5g%ぐらいの濃度で加えるとよい。スポーツドリンクは、0.1%の食塩水相当し、6g%の糖がくわえられている。このような状態であっても自発的脱水のために、60%ぐらいしか脱水回復は見込めない。したがって補給水は口渴を感じなくても、定期的に飲水する必要がある。

③ 熱中症の症状を理解する

熱中症には、次の4段階がある。

(1) 熱失神：heat syncope、(2) 熱疲労：heat exhaustion、(3) 熱けいれん：heat cramp、(4) 熱射病：heat stroke と症状が重くなって行く。この4段階が順を追って生じるのではなく、第1段階から急速に第4段階に移行して死亡することがある。

(1) 熱失神：

体内に貯まった熱を放出するという体温調節のために皮膚血管が拡張して血圧の低下がおこり、脳血流の減少が起こる。そのために、自覚症状として、めまい、失神などの症状がみられる。顔面は蒼白となり、脈は速くて弱くなる。

(2) 熱疲労

発汗による高度の脱水により起こる症状である。そのために、自覚症状として、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、吐き気などがみられる。

(3) 熱けいれん

大量の汗をかき、水だけを補給して血液の塩分濃度が低下した時に、足、腕、腹部に痛みをともなった“けいれん”が起こる。“コムラがえり”とよばれるもので、下肢腓腹筋にひどい痛みを訴える。

(4) 熱射病

体温の上昇のため中枢機能が異常をきたした状態である。自覚症状としては、意識障害（応答が鈍い、言動がおかしい、意識がない）がおこり、死亡率が高いので、すぐに病院へ搬送する。

④ 熱中症になる危険信号として利用される環境指標

熱中症の時に使用される指標として、WBGT（暑さ指数）が利用される。WBGT（Wet Bulb Globe Temperature、暑さ指数）とは、乾球温度（気温）だけでなく、湿球温度と気流、黒球温度で輻射熱を測定して、「暑さ」を指標化したものであり、次の式で計算される。

屋内で日射のない場合、

$$WBGT=0.7\times(\text{湿球温度})+0.3\times(\text{黒球温度})$$

屋内で日射のある場合は、

$$WBGT=0.7\times(\text{湿球温度})+0.2\times(\text{黒球温度})+0.1\times(\text{乾球温度})$$

湿球温度は、水の温度でWBGTには70%関与し、黒球温度で測定される輻射熱の関与が30%である。黒球温度は6インチの真っ黒な球体の中に温度計を入れて測定する。湿球温度は寒暖計をガーゼに包み水に浸けて測定する。日射がある場合には、乾球温度が10%関与している。

WBGTをリアルタイムで測定できる装置が市販されているが、労働局ではJIS規格にあったWBGT計を推奨している。また、WBGT値を気温と相対湿度からも求めるモノグラムが日本生気象学会から提出されている。

WBGTは、25℃以下は、注意。25℃~28℃は、警戒。28℃~31℃は、嚴重警戒。31℃以上は、危険と考えられ、スポーツや野外活動等は原則禁止に分類されている。警戒、嚴重警戒になると熱中症の数が増え、死亡者も増えてくる。WBGTが28℃を超えると熱中症発生率が急増するというデータが環境省熱中症予防情報サイトで示されている。WBGT=28℃以上になると熱中症発生率が高くなり、労災事故も多発していることに注意すべきである。

⑤ 熱中症予防策

(1) 産熱の抑制と放熱の促進

人間は寒冷環境に強く、暑熱環境に弱い。体温上昇の安全域は3℃ぐらいしかない。

体温上昇を防ぐために体内水分量を蒸発させ体温上昇を防ぐが、体液量が不足してくると循環血液量を維持することを優先させ発汗は止まり、体温が上昇することによる温熱障害（「熱中症」）が起こる。喪失水分量の補給を定期的に行うことにより体温上昇は抑えられる。補給水分量の温度は、5~15℃ぐらいに冷やしたものがよいが、温度は関係なく水分量さえ確保されていれば十分である。脱水による体温上昇は、脱水が体重の1%ごとに0.3℃の体温上昇が認められる。

体温を一定の温度を超えない条件にするには、産熱と放熱のバランスで定まる。暑熱状態では、①産熱の抑制、②放熱の促進 である。

① 産熱の抑制

伝導、対流、輻射などの物理的熱伝導因子が高い環境に近寄らない。断熱服などを利用する。また、作業などによる筋肉からの熱産生を抑えるには、一連続作業時間の短縮、作業・運動強度の上限の設定、休憩時間の設定を行なって対処すべきである。

② 放熱の促進

放熱がもつばら発汗による暑熱条件下では、1Lの発汗により580kcalの熱が放出される。それゆえ有効な発汗を行う。汗は皮膚面から蒸発して、はじめて熱を奪う。それゆえ、サウナ風呂などでポトポトと落ちる汗は、体内から熱を奪うことに関与せず、体温調節には役立っていない（無効発汗）。

そのために、汗を皮膚表面で蒸発しやすいようにすることが大切である。風を起こす、服装などにも注意することである。暑熱環境に適応（順化）した作業者を暑熱作業に就かせることにより、有効な発汗作用が期待でき、水分喪失量を減少させることができる。

(2) いかに早く体温を下げて意識を回復させるかが予後を左右する。

そのために、現場での早急なる処置が重要である。体温を急速に投げる方法として

1) 体温を下げる方法、2) 循環が悪い場合の体温の下げ方、3) 症状としては、意識状態と体温が重要である。

1) 体温を下げる方法

- ・身体に水をかけたり、濡れタオルを当てて扇いで、身体の体温を下げる。
- ・頸・腋の下・足の付け根など太い動脈の走る部分に氷やアイスバックをあてる。

2) 循環が悪い場合には、

- ・足を高く（頭を低く）してマッサージをする。

3) 症状としては、意識状態と体温が重要である。

- ・意識障害が軽い場合もみられるが、応答が鈍い、言動がおかしいなど少しでも異常が見られる時には重症として処置する。

(3) 熱中症予防には

- 1) 熱中症に対する労働衛生教育が必要である。とくに屋外作業を行う建設業や土木作業業者などの中小企業への教育・啓発が必要である。

- 2) 「自発的脱水」により脱水量に相当する水分量を補給できないヒトは、高温熱環境下では、口渇がなくても定期的に水分・塩分補給する必要がある。