

大塚製薬株式会社

カラダと水分のはなし

～体温と汗、熱中症、身体冷却～



生命の源である「水」。

私たちの身体は、生命を維持するために必要不可欠な「体液」とよばれる水分で満たされています。

世界の人々の健康に貢献することを企業理念とする大塚製薬は、科学的根拠を有する「水分補給」のための革新的な製品をこれまで数多く開発してきました。

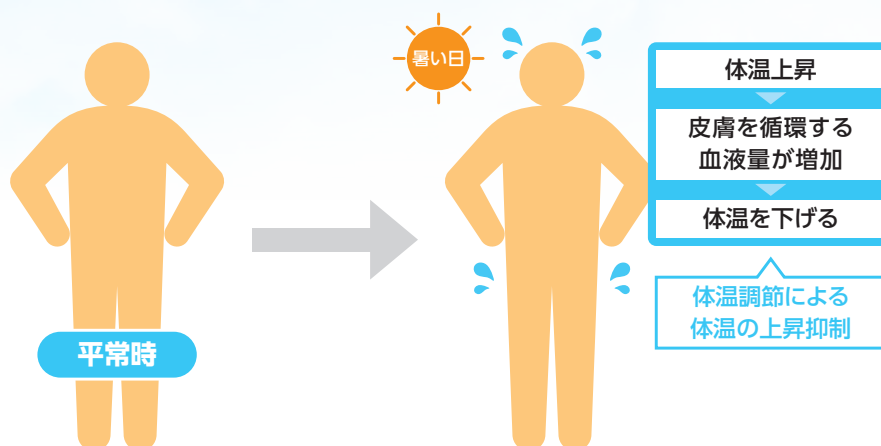
この冊子は、長年に渡る私たちの取組みの原点である「体と水分」に着目し、その重要性や役割についてわかりやすくご紹介するものです。

体温調節の大切さ

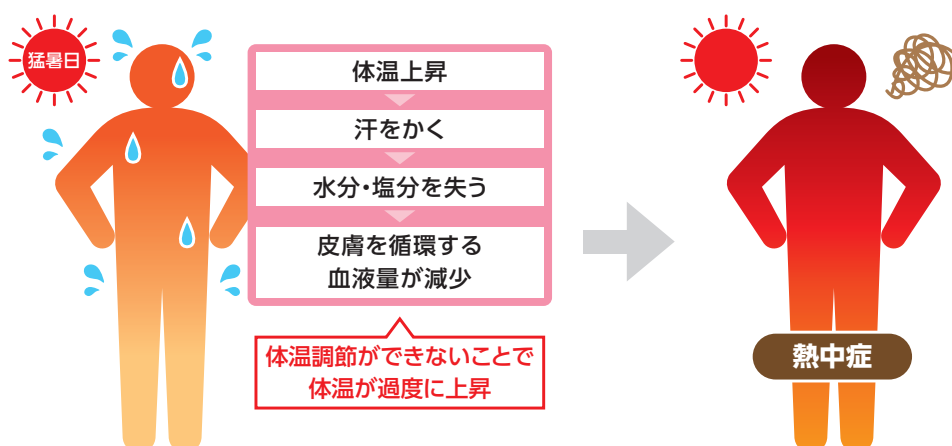
ヒトは汗をかくことで体温調節をします。

暑いときや、カラダを動かして体温があがると、体温を調節する機能が働きはじめます。

暑さにさらされたり、運動をしたりすると、皮膚を循環する血液量を増やし、カラダの中の熱を皮膚から外に放散できるようになります。加えて、汗をかくことで熱を放出し、体温の上昇を抑えます。



暑い環境では、暑さのためにヒトの体温が上昇してしまいます。それに対し、ヒトには体温を一定に保とうとする能力が備わっています。カラダが暑いと判断すると、皮膚の血管に血液を集めて効率良く熱を逃がすと同時に、皮膚表面に集められた血液から汗をつくり、汗が皮膚の表面から蒸発するときに気化熱を奪って体温を下げます。これが大まかな体温調節の仕組みですが、暑さにさらされる時間が長いと、カラダが暑さに対応しきれなくなり、体内の水分や塩分のバランスが崩れ、体温の上昇を抑えきれなくなります。この危険な状態が熱中症です。



湿度

日本の気候は高温多湿とされています。気温が高いただけならヒトは汗をかくことで体温を調節できますが、湿度が高いとかいた汗が蒸発せず、体温が下がりにくくなります。猛暑でなくても、湿度が高い時は注意が必要です。

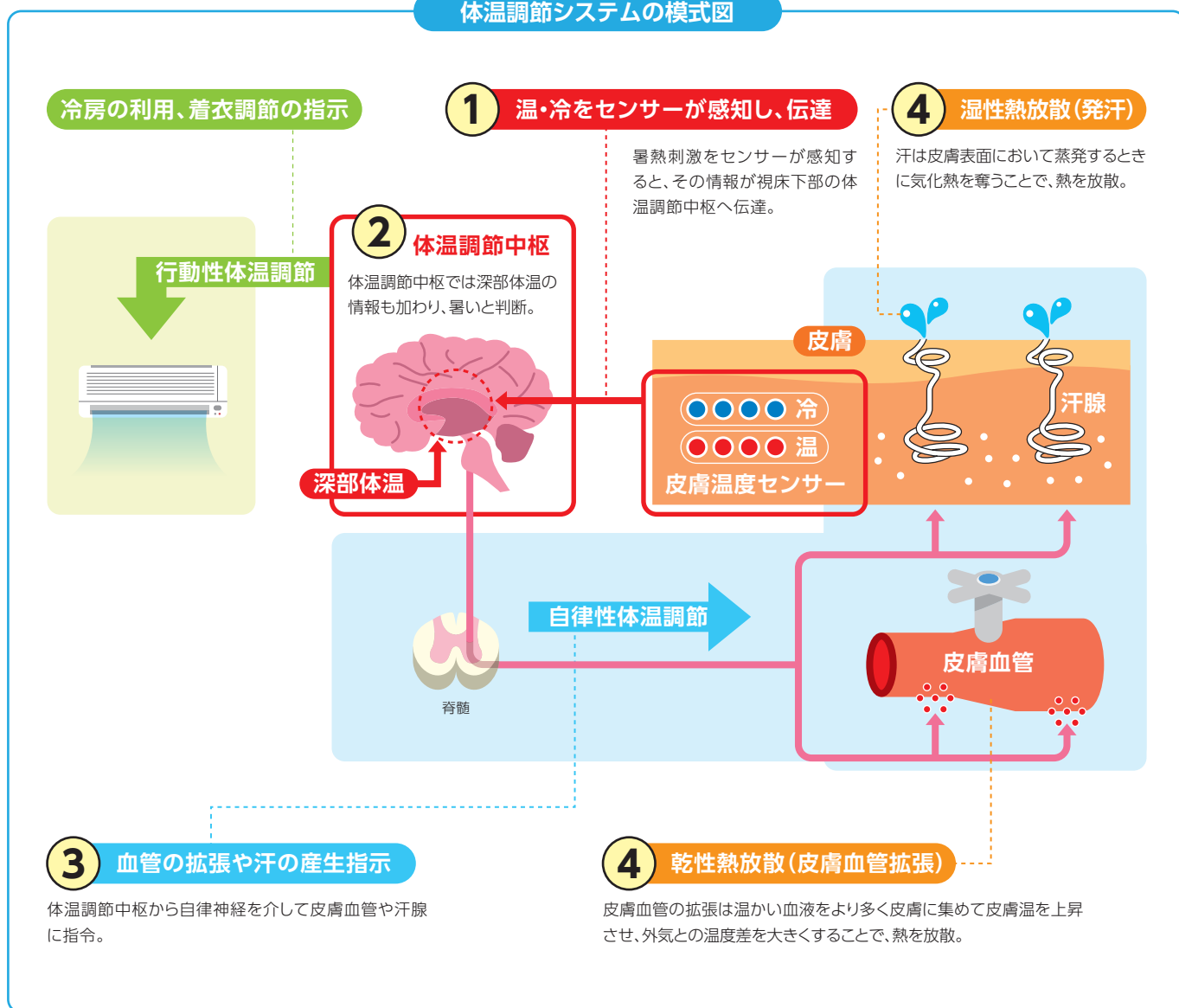
体温調節システム

ヒトには暑熱や寒冷ストレスに対して熱産生量と熱放散量のバランスをとり、深部体温を大きく変化させない優れた体温調節システムが備わっています。

暑さにさらされると薄着になったり、涼しい場所に移動したり、扇風機で風を送るなど、体温の上昇を避けるための行動をとります。これを行動性体温調節反応と言います。一方で、自分の意思とは関係なく、皮膚血管を拡張して皮膚からの熱放散を増やしたり、汗をかくことで体温を調節する反応を、自律性体温調節反応と呼びます。このように、ヒトは自律性と行動性の体温調節反応の両方で体温を調節します。

皮下には温かい・冷たいを感知する皮膚温度センサーが存在し、温センサーが暑熱刺激を、冷センサーが寒冷刺激をそれぞれ感知します。その情報と深部体温の情報が視床下部の体温調節中枢へ伝達され、その情報を統合して体温調節中枢が暑いと判断すると、交感神経を介して皮膚血管や汗腺に指令が出され、皮膚血管を拡張し、汗を産生して体内の熱を外に逃がします。

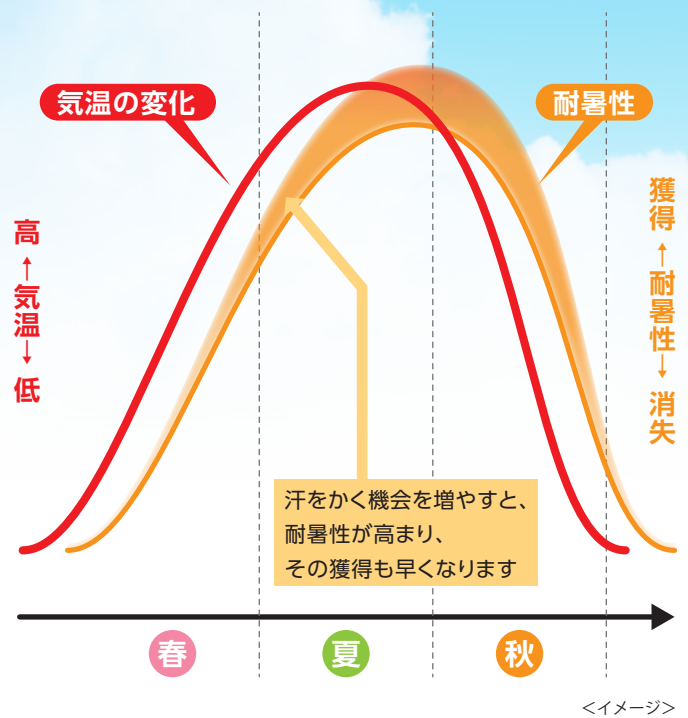
体温調節システムの模式図



暑い環境に慣れていないと

暑い日が続くと、カラダが徐々に適応して耐暑性が增强します(暑熱順化)。暑熱順化は、発汗量や皮膚血流量の増加、汗に含まれる塩分濃度の低下、血液量の増加、心拍数の減少などとして現れますが、このようなカラダの適応は気候の変化より遅れて獲得・消失されます(図)。梅雨の合間に突然気温が上昇した日や梅雨明けの蒸し暑い日、さらに涼しい季節に暑さがぶり返す日には、耐暑性の獲得が遅れ、耐暑性の劣っている方は熱中症になる危険性が高くなります。

高齢者は若年者より、①皮膚温度センサーの感度が鈍く、②発汗能力や皮膚血管拡張能力が低い、などの特性を有しています。さらに高齢者は夏季に向けた発汗能力の高まりが遅く、獲得した発汗能力を早期に消失することも明らかにされています。これらが、熱中症ハイリスクグループに高齢者が挙げられる大きな要因です。ただ、このような高齢者の特性は、発汗を伴う運動習慣で改善できます。そのため、元気な高齢者の熱中症予防策には、運動をして汗をかく習慣づくりが注目されています。



汗をかく習慣づくり

暑さにカラダを慣らしておこう(暑熱順化)

通常

「やや暑い環境」で「ややきつい」と感じる運動

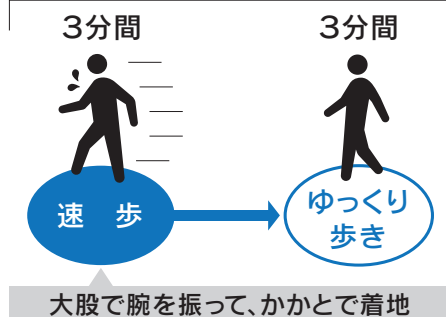
1日30分間 / 1~4週間

体力に自信のある方

屋外でのジョギングやジムでのランニングマシン・エアロバイクなどで「ややきつい」と感じる運動

中高年や体力に自信のない方

インターバル速歩



これを1日5回以上 / 週4回以上 / 4週間行う

ソース:日常生活における熱中症予防(日本生気象学会)を改変

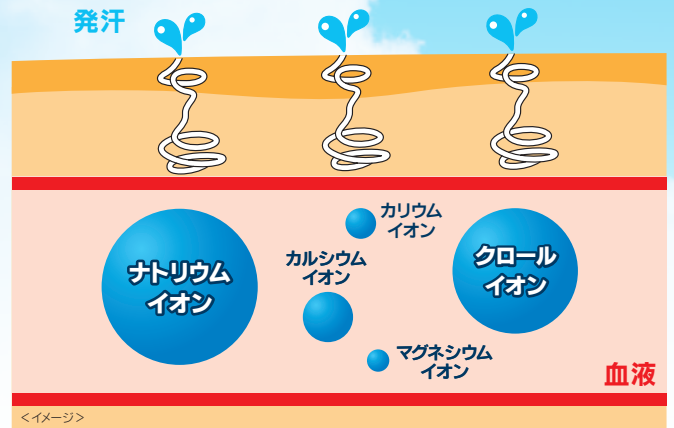
暑い環境下において運動トレーニングを繰り返し行くと、発汗能力をはじめとした耐暑性が高くなります。暑熱順化すると、暑熱環境における安静時および運動時の体温上昇や心拍数増加などの生理的ストレスを軽減することが可能です。また循環血液量が増加し、汗をかき始める時間も早くなり、その結果同一体温あたりの汗の量も増え、より効率的な体温調節ができるようになります。

暑熱順化の方法として、本格的に暑くなる前に、やや暑い環境で、ややきついと感じる運動を、1日30分間、1週間行いましょう。高齢者の場合は、高強度の運動が難しいため暑熱順化には早い時期からトレーニングを開始するようにしましょう。

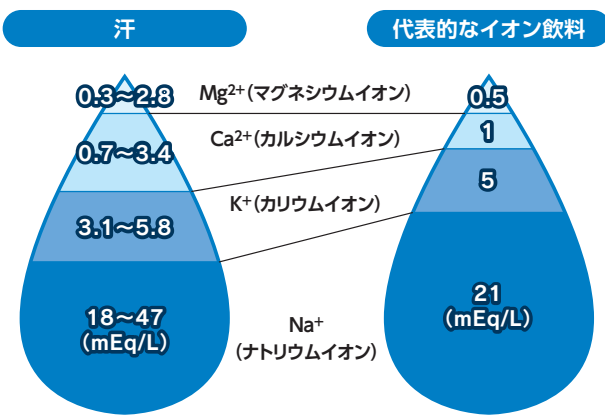
入浴時に安全に留意しながら汗をかくことも、ある程度有効です。

汗の正体=体液

汗は血液を材料として作られます。体温の上昇を抑えるために、汗をかくことで水分とともに血漿中に含まれるイオンが失われます。中でも最も多く含まれるナトリウムは体液量を保つ上で重要な役割をはたしており、汗を多量にかいた際には、失われた水分と同時にナトリウムの補給が必要になります。



汗とイオン飲料の電解質組成の比較

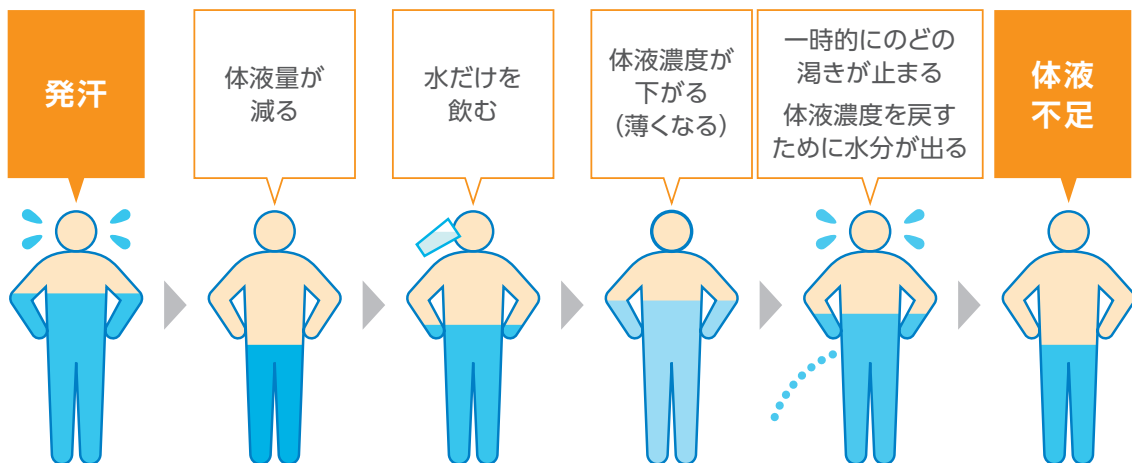


ソース: Brouns F, Journal of Sports Sciences, 1991を改変

現在の、スポーツにおける熱中症予防に関する主要なガイドラインでは、塩分0.1~0.2% (食塩相当量0.1~0.2g/100ml中) を含んだ飲料の摂取が推奨されています。よって、汗の成分組成に近いイオン飲料を摂取する事が大切です。また、塩分に加えて、糖質(ブドウ糖+果糖)を含んだ飲料は疲労の予防だけでなく、腸管内での吸収スピードを速め、水分の体内保持率を高める事が期待できます。飲料に含まれる糖質を気にして水で薄めた場合、本来の目的であるイオン(電解質)が摂取できない事が懸念されます。

水だけの摂取では脱水からの回復ができない

大量の汗をかいた際に水だけを飲み続けると、体液濃度が薄くなり、イオンバランスが崩れてしまいます。この時、体液の濃度を一定に保とうとするカラダの働きによって、過剰な水を尿としてカラダの外へ排出したり、のどの渇きがストップします。そのため、カラダの水分量が十分に回復できない現象(自発的脱水)が起こります。



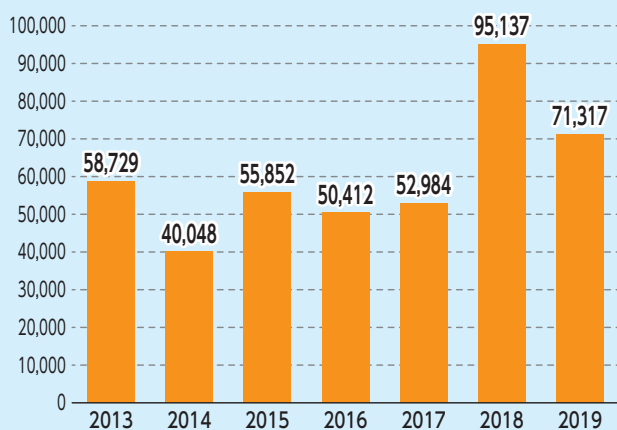
ソース: 大塚製薬 (熱中症対策アドバイザー養成講座用資料) より

過去の熱中症発生件数と2020年の夏

毎年、暑くなると熱中症が発生し、救急搬送される方が増加します。2019年には71,317人が搬送されました。熱中症の発生時期は7月下旬～8月上旬がピークとなります。一方、酷暑の時期を過ぎた9月でも熱中症は発生していることから、猛暑日ではないから大丈夫といった油断は禁物です。また、梅雨の合間や梅雨明けなどの気温が急に上昇した時には、カラダが暑さに慣れていないため注意が必要です。

下図(右)は気象庁が発表した2020年7月～8月の平均気温予想です。日本全国において平年並か高い予想が出ています。今年の夏も、熱中症に十分注意しましょう。

救急搬送人員の年別推移(2013～2019年)



※2013、14は6-9月、以降は5-9月

ソース:消防庁(令和元年11月6日発表)

月別の平均気温予想(2020年)

	平均気温 7月	平均気温 8月
北日本	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み
東日本	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み	低20 並30 高50% 高い 見込み
西日本	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み	低20 並30 高50% 高い 見込み
沖縄・奄美	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み	低20 並40 高40% 平年並か高い 見込み

数値は予想される出現確率です。

ソース:気象庁地球環境・海洋部(令和2年5月25日発表)

熱中症がおきる要因

普段私たちはカラダの外に熱を逃がすことで、体温を一定に保っています。しかし暑い環境にいたり、運動をすると体温が上昇します。するとカラダの水分を汗として放出し、皮膚から蒸発させることで体温を下げようとします。この時、適切に水分を補給しないと脱水状態となり、汗の量が減ってカラダに熱が溜まった状態となります。これが熱中症です。また、熱中症は環境要因だけでなく、活動状況や本人の年齢、体調といったリスクが複合して発生する疾病でもあります。

環境の要因

気温

湿度

輻射熱
(直射日光)

風速

活動の要因

強度

時間

休憩のとり方

水分補給

服装

身体の要因

年齢

体力

肥満

暑さへの慣れ

食事

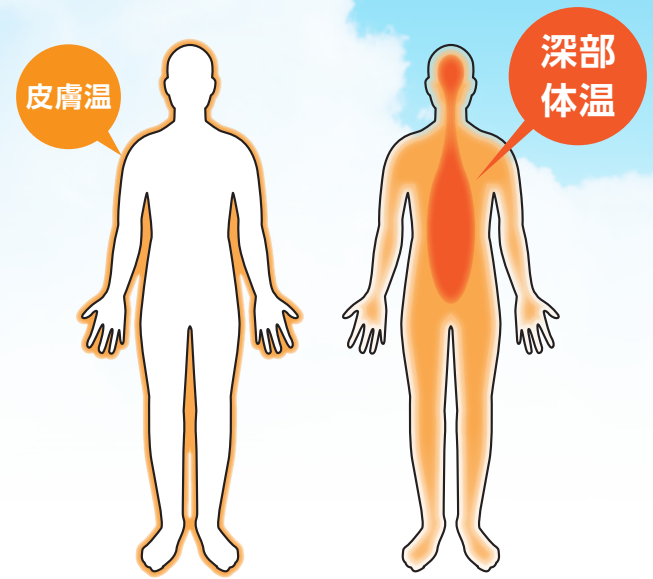
睡眠

体調(疲労、発熱、下痢)

深部体温とは

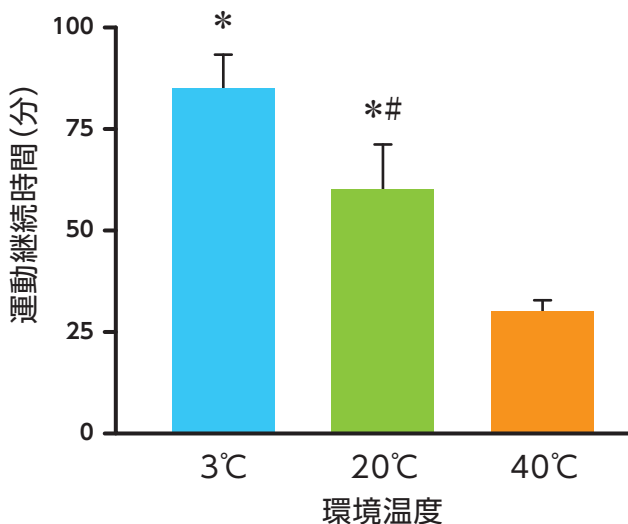
カラダの温度は部位によって異なり、身体内部(核心部)の温度は高く、表面(外殻部)は低くなっています。一般に体温と呼んだ場合は、核心部の温度(深部体温)を指します。通常、体温として腋下定温や舌下定温を測りますが、研究の目的では食道温や直腸温も用います。一方、皮膚温の測定は容易ですが、環境温の影響を大きく受けて変動します。

体温が異常に上昇したり低下したりすると、循環器系や中枢神経系に機能不全が起こり、生命を脅かすことにもなります。したがって、ヒトなど哺乳動物が行う体温調節の目的は、深部体温を一定の範囲に保つことなのです。高温多湿で汗が乾きにくい環境下では、汗をかいても体温が下がりにくく、深部体温が上昇しやすくなります。



深部体温が上がると…

異なる環境温度における持久性運動能力



70% VO₂maxの自転車運動を異なる環境温で行った際の疲労困憊に至るまでの運動継続時間は40°Cの高温下で最も短かった。

* : 40°Cとの比較 # : 3°Cとの比較較(P<0.05) n=8

ソース: NSCA JAPAN Volume 25, Number 6, pages 2-10

身体活動は体内の化学的エネルギーを運動エネルギーに変換して行われます。そのエネルギー効率は約20%程度であり、残り80%は熱となります。したがって、身体活動は必然的に大量の熱を発生します。熱の一部は体温維持に向けられますが、残りは体外へ放出しなければなりません。

左の図は、中・高強度の自転車運動を環境温3°C、20°Cおよび40°Cで行なった際のデータです。疲労困憊に至るまでの運動継続時間は40°Cの高温下で最も短くなりました。深部体温が約40°Cになると疲労困憊して、運動ができなくなってしまいます。過度の体温上昇は、呼吸循環器系や筋代謝系だけでなく、脳活動や認知機能といった中枢神経系の機能不全を起こし、運動能力の低下、ひいては熱中症など、生命を脅かすことにもなります。したがって、熱ストレスを低下させるための対策が必要となります。

深部体温を下げる身体冷却

以下はスポーツ分野における身体冷却方法ですが、暑さ対策はスポーツ科学の分野や競技現場だけでなく、一般のヒトたちにも活用できます。

暑熱環境下における運動によって引き起こされる高体温や疲労などを防ぐには、身体冷却が有効です。身体冷却には身体外部冷却と内部冷却の2つの方法があります。外部冷却は冷水浴(冷水浸漬)やアイスパック、クーリングベスト、送風のような従来から使用されてきた身体冷却方法です。一方、冷たい飲料の摂取によりカラダの内側から冷却する方法が身体内部冷却です。

体温上昇を抑制するためには汗の働きは非常に重要ですが、その作用は汗が皮膚上で蒸発してはじめて発揮されます。蒸発しない汗は、無効発汗と呼ばれ、体温調節には寄与しません。例えば、全身を覆う防具や服を身に着けて行う競技や、防護服を着用しての作業時は、カラダの熱は外部に逃げずこもりやすいうえ、汗も機能しないため、汗の材料となる水分を補給しても体温の上昇を抑制することは期待できません。また、発汗能力が減弱な高齢者や未発達な子供は深部体温の上昇を起こしやすいことが知られています。このように発汗によって体温を適切にコントロールすることができないヒトたちにおいては、深部体温を直接下げるといった方法が効果的と考えられます。

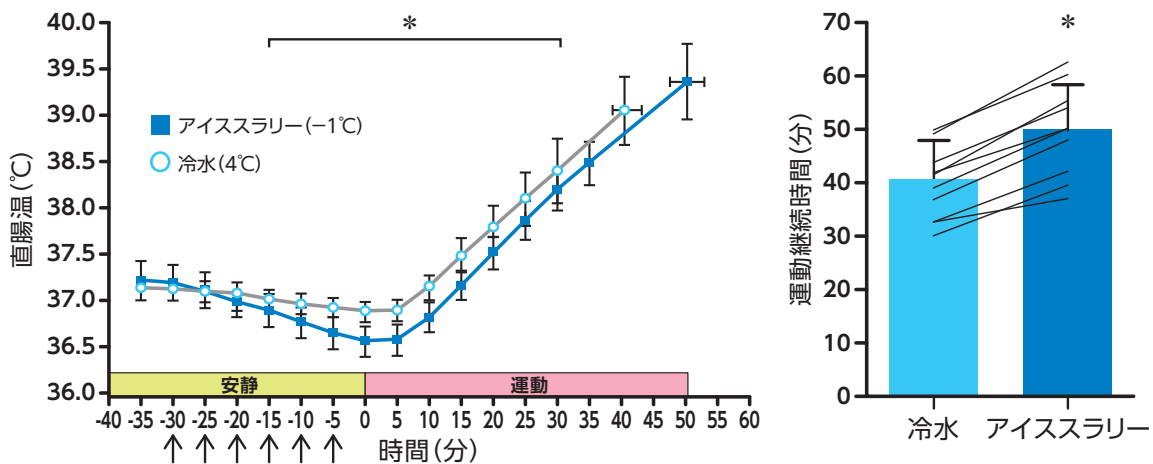
カラダの中から冷やすアイススラリー

身体外部からの冷却に対し、より簡便かつ実用的で水分や栄養も同時に補給できる方法として、活動前の摂取による身体内部冷却があります。近年、より積極的な身体内部からの冷却方法として、アイススラリー(-1℃)※の摂取が注目されています。下の図のように、運動前の安静時のアイススラリーの摂取によって、直腸温が低下し、暑熱環境下の運動能力が向上していることが分かります。アイススラリーを用いた活動前の身体冷却は、冷水浴を用いた外部冷却と比較しても、同等の持久性運動能力の向上をもたらすことや、摂取によって冷やされた血液が脳にも影響を及ぼすため、脳の活性化や運動継続のためのモチベーションの低下を抑制する可能性もあります。

さらに、アイススラリーにスポーツ飲料の成分が入れば、冷却効果だけでなく、糖や電解質の補給もできるため効率の良い方法といえます。また身体冷却は、活動前、活動と活動の間の休憩時、活動後の回復時の補給が深部体温を下げるために効果的です。

※次ページにて詳しく解説

アイススラリーの摂取が暑熱環境下での体温および持久性運動能力に及ぼす影響



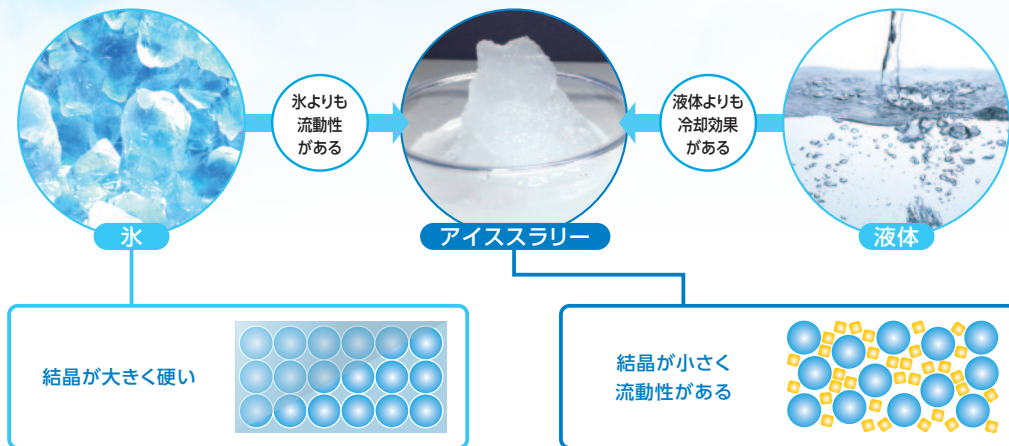
運動前に冷水またはアイススラリーを体重当たり7.5g摂取し、室温34℃、相対湿度55%の暑熱環境下で中強度のランニング運動を疲労困憊に至るまで行った。アイススラリーの摂取によって運動前の直腸温が有意に低下し(左図)、体温の余裕が広がったため、右図のようにすべての被験者において持久性運動パフォーマンスが向上した。

↑ : 飲料摂取 * : 条件間の比較(P<0.05) n=10

ソース: NSCA JAPAN Volume 25, Number 6, pages 2-10

アイススラリーとは

深部体温を下げることを目的とした飲食物として、注目されているのが「アイススラリー」という形状です。アイススラリーとは、細かい氷の粒子が液体に分散した流動性のある氷で、通常の氷に比べ、結晶が小さいという形状によって冷却効果が高く、深部体温を直接低下させます。イオン飲料をベースとした製品もあり、これは汗で失われるイオンを効率よく補給することができるだけでなく、体温の上昇に対して「カラダの内側から冷やして熱から守る」新たな身体冷却作用が確認されています。



TOPICS

2020年夏は「巣ごもり熱中症」に注意

春から夏にかけて活動や行動が制限された2020年。「巣ごもり生活」により暑熱順化の機会が得られず、例年以上に、屋内外での熱中症リスクが高くなる「巣ごもり熱中症」が心配されます。

例年であれば、徐々に暑さにカラダを慣らしながら日常生活を送る中で、暑さに対する抵抗力が向上し、上手に汗をかけるカラダができていました（暑熱順化）。しかし今年は「巣ごもり生活」により、それができないまま夏を迎えます。このような2020年の特殊な状況を考えると、仕事などで屋外での身体活動が必須なヒトは、例年以上に慎重に暑熱順化（暑さに身体を慣らす行動）に取り組みましょう。一方、ほとんどの時間を屋内で過ごすような高齢者は、無理に暑熱順化（汗をかくような行動）を目指すよりも、空調の力をかりて、2020年の夏を生き延びることも考えてください。

屋外の例

まだ、カラダが暑さに慣れていない（暑熱順化ができていない）場合は、極端な高温の日は避け、少しずつ暑さの中での行動（労作や運動）に取り組みましょう。徐々に活動の時間と強度、そして活動する環境の暑さを上げていきます。その際にも、十分な水分と塩分の補給は必要でしょう。

屋内の例

室内でも熱中症の危険があります。冷房をつけるなどして環境を整えることは例年通りですが、設定温度ではなく、実際の室温を28℃程度に保ってください。多人数が入り出すような屋内空間では、感染防止のため、窓を5-10cm程度開けた状態で（通風）、空調を作動させましょう（家族だけが出入りする自宅ではこのような配慮は基本不要です）。空調のエネルギー効率が低下し、電気代は多少かさみますが、致し方なしと考えた方が良いでしょう。



総 評

熱中症とは、暑さによっておこる病気の総称であり、4つの病型が含まれます。熱中症全体の中心となる病態が、熱疲労です。たくさん「汗をかく」ことによって起こる「脱水」とその結果生じる「循環不全」(重要臓器の血流不足)が熱疲労の病態です。頭痛、吐き気、めまいなどの症状が起こります。こまめな水分補給によって「脱水」を防ぐことが、熱中症の予防につながります。一方、最重症型で、命に係わる病気が、熱射病です。熱疲労の状態に気づいて対応することなく、さらに進行すると、深部体温が40℃を超える「過度の体温上昇」に至ります。脳の温度が40℃を超えると脳に麻酔がかかったような状態になり、意識レベルが低下します。体温調節の中樞も脳にあるため、自分自身では体温を下げることができず、救命のためには外部からの身体冷却が必須です。

※「氷冷水浴法」の詳細は、「参考ウェブサイト」の日本スポーツ協会 啓発動画「スポーツ活動中の熱中症予防」を参考にしてください。

松本 孝朗 中京大学スポーツ科学部教授/医師/医学博士

監修者紹介

松本 孝朗

Takaaki Matsumoto

中京大学スポーツ科学部教授/医師/医学博士
日本スポーツ協会熱中症予防研究班メンバー/環境省 熱中症環境保健マニュアル編集委員(2018年)
専門:環境生理学、運動生理学、スポーツ医学、内科学

井上 芳光

Yoshimitsu Inoue

大阪国際大学人間科学部教授/医学博士
日本スポーツ協会熱中症予防研究班メンバー/環境省 熱中症環境保健マニュアル編集委員(2018年)
専門:温熱生理学、生理人類学、運動生理学

長谷川 博

Hiroshi Hasegawa

広島大学大学院人間社会科学部研究科教授/博士(理学)
日本スポーツ協会熱中症予防研究班メンバー
専門:運動生理学、環境生理学、神経科学

参考ウェブサイト

大塚製薬株式会社 熱中症からカラダを守ろう

<https://www.otsuka.co.jp/health-and-illness/heat-disorders/>



公益財団法人 日本スポーツ協会 啓発動画「スポーツ活動中の熱中症予防」

<https://www.japan-sports.or.jp/medicine/heatstroke/tabid523.html#ch1>



参考文献

- 保健の科学 第56巻 第7号 2014年, pages 469-473 「子どもと高齢者の暑さの生理学と熱中症」
井上 芳光(大阪国際大学人間科学部教授)
- 日本ヒートアイランド学会誌 Vol.10 2015年, pages 11-15 「高齢者や子どもの発汗能力と熱中症予防策」
井上 芳光(大阪国際大学人間科学部教授)
- NSCA JAPAN Volume 25, Number 6 2018年, pages 2-10 「スポーツにおける実践的暑さ対策とその応用」
長谷川 博(広島大学大学院総合科学研究科教授)
- 公益財団法人 日本スポーツ協会「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック(2019年)」